ISSN 0376-477X

# 中華農業研究

第三十七卷　　第二期

## 目　次

水稻臺農70號之育成 ……楊遜謙…105
稻細胞質雄不稔性的稔性恢復之探討 ……曾東海　黃真生…117
利用鏈刀式割草機改進大面積水稻再生栽培技術研究 ……賴吉雄　楊清祥　陳志昇　劉大江…127
楊桃新品系試植觀察試驗 ……王武彰…134
甜瓜花性轉移及花性與果型關係之研究 ……郭鴻展　蕭吉雄　張武男…142
轉作田玉米生育特性及肥培管理　Ⅱ播植行深犁及肥料深施之效果 ……連　深…151
轉作玉米田土壤肥力限制因子研究 ……李子純…165
臺灣稻米之化學性質及其與食味品質關係之研究 ……劉慧瑛　林禮輝　宋　勳　洪梅珠…177
玉米品種間對矮化嵌紋病毒之反應 ……鄧汀欽　楊一郎…196
葉稻熱病引起水稻產量損失估計 ……蔡武雄…207
可可椰子紅胸葉蟲之生物防治…… 邱瑞珍　陳仁昭　周樑鎰　周根清　沈昌明…211
瓜實蠅田間防治之初步研究 ……溫宏治…220

中華民國七十七年六月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

# 中華農業研究

第三十七卷　　第二期

中華民國七十七年六月出版

發行人：杜金池

總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：蔡新聲（主審）

李良　呂宗佳　陳一心　黃眞生

劉大江　劉新裕　盧煌勝

園藝組：蕭吉雄（主審）

沈再發　林昭雄　施昭彰　徐信次

曹幸之　陳敏祥　劉政道

農化組：連深（主審）

李蘭帝　林錫錦

植病組：程永雄（主審）

林正忠　林益昇　彭金騰　葉忠川

蔡財旺　簡錦忠

昆蟲組：羅幹成（主審）

李錫山　何琦琛　鄭允　鄭清煥

農機組：顏欽崇（主審）

梁連盛

特殊需要，另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 37, No. 2 June 1988

# JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

**PUBLISHER :** Director, C. C. Tu

**EDITOR IN CHIEF :** C. L. Liaw

**EDITORIAL BOARD :**

S. Lian (Agri. Chemistry)

K. C. Lo (Applied Zoology)

H. S. Tsay (Agronomy)

Y. H. Cheng (Plant Pathology)

C. H. Shaw (Horticulture)

C. C. Yen (Agri. Machinery)

**EDITORIAL ADVISORY BOARD :**

| | | | |
|---|---|---|---|
| M. S. Chen | Y. S. Chen | C. H. Cheng | Y. Cheng |
| C. C. Chien | C. C. Her | C. S. Huang | H. S. Lee |
| L. D. Lee | T. J. Leu | L. Li | L. S. Liang |
| C. J. Lin | J. J. Lin | J. S. Lin | Y. S. Lin |
| D. J. Liu | J. D. Liu | S. Y. Liu | H. S. Lu |
| J. T. Peng | T. F. Shen | J. J. Shy | S. T. Shyu |
| S. J. Tsao | T. W. Tsay | C. C. Yeh | |

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Resarches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(2)：105～116（1988）

# 水稻臺農 70 號之育成[1]

楊 遜 謙[2]

**摘要** 臺農70號係以臺農67號爲母本與嘉農系比662028雜交而育成。本品種具有高產良質及抗多種病蟲害之特性。株高一期作106.1公分，二期作115.8公分比臺農67號稍高；穗數一期作16.7支，二期作14.4支；全生育日數一期作140天，二期作109天；稻穀產量根據全省區域試驗 7 個地區平均一期作爲6,230公斤，二期作爲 5,685公斤，較對照品種臺農67號增產0.1～7.3%；糙米率一期作82.1%，二期作81.4%。

本品種穗大且稈莖强度稍差，因此在成熟時易傾斜而倒伏。本品種適應性廣，適於中南部第二期作褐飛蝨（Nilaparata lugens stal）易發生地區栽植。臺農70號雖對稻熱病具有抗性，但76年一期作在中南部地區曾發生部份稻熱病爲害情形，推測因栽培面積急增，爲害該品種之生理小種頻度增强所造成。

本省屬亞熱帶氣候，一年可種植二期作水稻，因此水稻常遭受病蟲害爲害，如一期作之稻熱病，二期作之褐飛蝨等均爲本省稻作栽培上之一大勁敵。褐飛蝨之爲害部位在稻欉基部，因此農民大量使用農藥防治，導致環境易受汚染。故實有必需育成抗病抗蟲之優良稉稻品種推廣栽培。

嘉義分所於民國57年由國外引進抗褐飛蝨秈稻品種 Mudgo等數品種，經選出具有Bph 1 基因之Mudgo及bph 2之ASD—7兩品種。民國59年將栽培面積較廣之臺南 5 號爲母本，與Mudgo 及 ASD—7 雜交，繼之以回交法將抗蟲基因轉移到稉稻品種上。經多年選育與試驗，於民國74年選出嘉農育257 號。於民國74年 1 期作經審查小組審查通過命名爲臺農70號。臺農70號產量稍高，外觀米質較佳，具有多種病蟲害抗性，適應性亦廣，尤其在中南部褐飛蝨易發生地區甚受歡迎。又本品種再生能力較强，在第一期作收穫後可留作再生稻栽培，在菸作地區以及裏作地區等頗受歡迎。目前部分農友已於第一期作種植臺農70號，收穫後留爲再生稻栽培，可減少二期作忙碌的育苗、整地、插秧等工作，同時可節省生產成本。

## 一、育成經過：

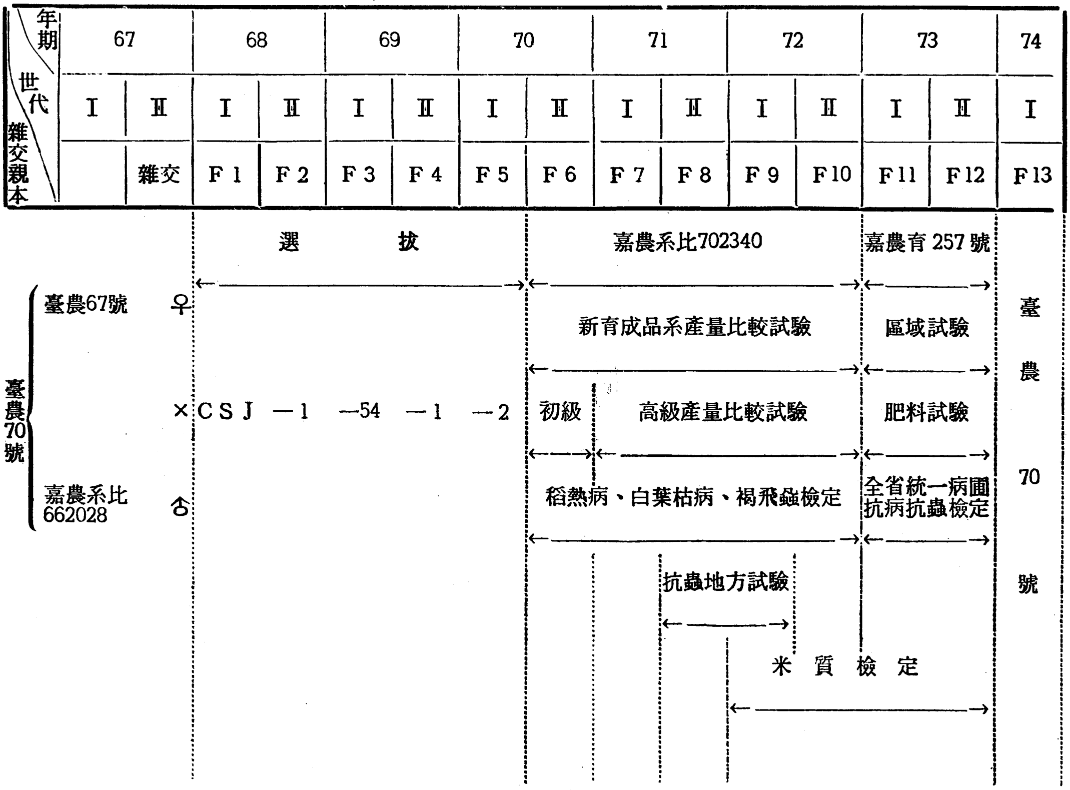
臺農70號原品系名爲嘉農育 257號，於民國67年第二期作以臺農67號爲母本與嘉義分所育成抗病抗蟲品系嘉農系比662028號雜交，68年第一期作$F_1$以單株栽培，68年二期作$F_2$採集團栽培，單本植約2,000個體，並選出120單株進入$F_3$系統分離。系統分離每系統種植40個體，單本植，並爲提高抗病蟲育種之效率，於$F_3$ 世代開始做抗褐飛蝨及抗稻熱病之篩選。抗褐飛蝨檢定採用「金田」[(7)] 之幼苗檢定方法；種植在60cm×30cm×5cm之鉛盤，每系統種植20個體並加入抗蟲品種Mudgo與感蟲品種臺中在來 1 號，發芽後幼苗在 1.5葉時放進每株約 5 隻之褐飛蝨幼蟲，任其擇食，約經10天後，調查各系統之抗蟲性。稻熱病檢定採 IRRI 之旱田式病圃，行長50公分，行距10公分，每系統播種一行，間隔10個系統播種一行抗病品種臺農62號及二行感病品種崑山五香稉作爲比較，在發芽後長至二片葉時開始每天早晚細霧狀之水各噴一次，以保持濕度，促其發病，播種後約30天調查各系統對稻熱病的抵

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第1400號。

2.嘉義農業試驗分所助理研究員。臺灣省 嘉義市。

抗性。各系統之病蟲害抵抗性資料，爲分離世代篩選之依據，經過$F_3$、$F_4$世代之選拔及抗病蟲篩選後，在$F_5$世代選出優良系統，參加70年第二期作初級產量比較試驗，其中編號嘉農系比702340系統表現較佳，71年一期作起參加高級產量比較試驗二年，並在71年二期作及72年一期作參加抗蟲地方試驗與73年一期作及二期作參加耐肥性試驗，各項試驗表現優異，又於73年一期作以嘉農育 257號品系名稱參加區域試驗，並同時參加全省統一病圃抗病抗蟲及米質檢定，在區域試驗一年中各地表現優異，因此74年第一期申請命名，經命名審查委員審查通過，命名爲臺農70號。於74年第二期正式推介給農民種植。

圖1. 臺農70號之系統圖

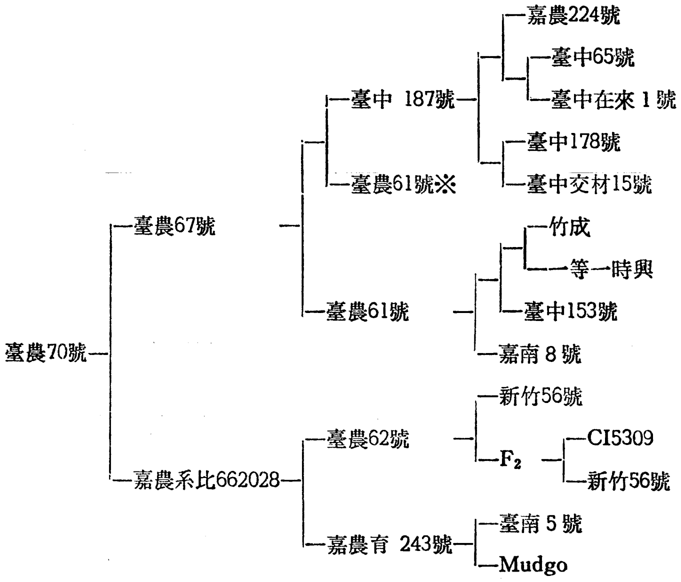



## 二、親本及系譜：

1.臺農67號（母本）：爲高產稈莖較強不易倒伏，適合機械收穫，爲目前栽培面積最廣之優良品種，唯米粒外觀腹白較多，稻熱病抗性較弱爲其缺點。

2.嘉農系比662028（父本）：嘉義分所於民國 64 年第一期作以抗稻熱病品種臺農 62 號爲母本與抗褐飛蝨品系嘉農育 243號雜交，於民國66年第二期作選出品系，具有抗病抗蟲等優良特性。（圖2.）

圖2. 臺農70號之系譜圖




## 三、品種特性：詳表1.

表1. 臺農70號之品種特性表

| 品種名稱 | 育成經過 親本 ♀×♂ | 什交年代 | 選出年代 | 類型 | 期作別 | 苗期病害 | 成熟期 株高(公分) | 成熟期 穗數(穗) | 稃色 | 芒 | 柱頭色 | 稃色 生育期 | 稃色 成熟期 | 稃尖色 抽穗期 | 稃尖色 成熟期 | 全生育日數(日) | 抗病性 葉稻熱病 | 抗病性 穗稻熱病 | 抗病性 紋枯病 | 抗病性 白葉枯病 | 抗蟲性(褐飛蝨) | 倒伏程度 | 穗長(公分) | 穗重(公克) | 一穗粒數(粒) | 千粒重(公克) | 脫粒性 | 休眠性 | 耐肥性 | 稔實率(%) | 糙米率(%) | 米質 | 高級試驗 公頃穀產量(公斤) | 高級試驗 指數(%) | 高級試驗 對照品種 | 區域試驗 公頃穀產量(公斤) | 區域試驗 指數(%) | 區域試驗 對照品種 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 臺農七十號 | 臺農67號／嘉農系比662028 | 67 Ⅱ | 70 Ⅰ | 稉型 | Ⅰ | 無 | 一〇六・一 | 一六・七 | 綠 | 無 | 無 | 無 | 無 | 無 | 無 | 一四〇 | 抗 | 中抗 | 中感 | 中感 | 抗 | 斜 | 二三・四 | 四・一 | 一七四・九 | 二五・三 | 稍難 | 輕微 | 中 | 八九・六 | 八二・一 | 中上 | 七八六六 | 一二一・五 | 臺農六八號 | 六二三〇 | 一〇〇・一 | 臺農六七號 |
| | | | | | Ⅱ | 無 | 一一五・八 | 一四・四 | | | | | | | | 一〇九 | 抗 | 中抗 | 中感 | 中抗 | 抗 | | 二三・二 | 二・八 | 一四四・〇 | 二三・八 | | | | 八一・〇 | 八一・四 | | 六五五〇 | 一二三・四 | | 五六八五 | 一〇七・三 | |

## 四、歷年試驗成績：

1.初級品系產量比較試驗

初級品系產量比較試驗於民國70年二期作辦理，以臺農67號爲對照品種，順序排列，二重複，行株距25cm×20cm、行長4m、4行區，小區面積4m²，試驗結果（表2.）臺農70號生育日數（插秧至抽穗）66天，對照品種爲68天，株高比對照品種稍矮，本品種屬穗重型，穗數較少，每公頃稻穀產量4,500公斤較對照品種增產 11.8%，由於臺農70號在初級品系產量比較試驗表現突出，因此71年一期作參加高級品系產量比較試驗。

2.高級品系產量比較試驗

高級品系產量比較試驗在71年及72年舉辦二年，對照品種71年一期作爲臺農67號，二期作起改爲臺農68號，採用逢機完全區集設計（RCBD），重複四次，行株距 25cm×20cm ，四行區，行長

4m，小區面積$4m^2$，試驗結果如（表 3 、 4），71年第一期作每公頃稻穀產量 4,500公斤與臺農67號（對照）差異不大，二期作比對照臺農68號增產20.9%。72年一期作稻穀產量比對照品種增產21.5%，二期作增產23%。

**表2.** 臺農70號之初級品系產量比較試驗結果

| 期 作 | 品 種 名 稱 | 生育日數（日）（插秧至抽穗） | 株 高（公分） | 穗 數（穗） | 稻谷產量 公斤／公頃 | 稻谷產量 % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 70年 2 期 | 臺農70號 | 66 | 103.0 | 7.6 | 4,500 | 111.8 |
| | 臺農67號（CK） | 68 | 104.4 | 10.9 | 4,025 | 100.0 |

**表3.** 臺農70號之高級品系產量比較試驗結果（71年）

| 期 作 | 品 種 名 稱 | 生育日數（日）（插秧至抽穗） | 株 高（公分） | 穗 數（穗） | 稻谷產量 公斤／公頃 | 稻谷產量 % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 第 1 期作 | 臺農70號 | 96 | 89.3 | 13.6 | 7,369 | 100.3 |
| | 臺農67號（CK） | 99 | 91.7 | 17.6 | 7,350 | 100.0 |
| 第 2 期作 | 臺農70號 | 65 | 115.4 | 12.0 | 7,419 | 120.9 |
| | 臺農68號（CK） | 64 | 105.4 | 12.9 | 6,138 | 100.0 |

**表4.** 臺農70號之高級品系產量比較試驗結果（72年）

| 期作 | 品種名稱 | 生育日數（日） 插秧至抽穗 | 生育日數（日） 插秧至成熟 | 株高（公分） | 穗數（穗） | 穗長（公分） | 穗重（公克） | 一穗粒數（粒） | 千粒重（公克） | 稔實率（%） | 稻谷產量 公斤／公頃 | 稻谷產量 % | 碾米品質 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 第 1 期作 | 臺農70號 | 103 | 139 | 106.1 | 16.7 | 22.4 | 4.1 | 174.9 | 25.3 | 89.6 | 7,866 | 121.5 | 中上 |
| | 臺農68號（CK） | 105 | 135 | 103.6 | 18.5 | 21.1 | 3.3 | 135.9 | 24.2 | 89.6 | 6,472 | 100.0 | 上 |
| 第 2 期作 | 臺農70號 | 65 | 109 | 115.8 | 14.4 | 22.2 | 2.8 | 144.0 | 23.8 | 81.0 | 6,550 | 123.4 | 中上 |
| | 臺農68號（CK） | 63 | 102 | 114.5 | 14.6 | 21.0 | 3.2 | 152.6 | 23.7 | 88.1 | 5,306 | 100.0 | 上 |

3.耐肥性檢定試驗

耐肥性檢定試驗在民國73年一、二期作辦理，肥料處理採普通肥料區及重肥區，普通肥料區肥料施用量爲氮（N）80，磷（$P_2O_5$）80，鉀（$K_2O$）80 kg/ha，重肥區肥料施用量爲 N160, P120, K120 kg/ha，採用裂區設計，以肥料爲主區，品種爲副區，行株距 25cm×20cm，四行區，行長4m，小區面積 $4m^2$，結果如（表 5），臺農70號在重肥即氮肥加倍區不但沒有達到增肥效果反而減產，因臺農70號植株較高，稈莖較弱，因此在重肥之下較易倒伏，故臺農70號施肥需適量，不宜過多，若在地力較貧瘠之處栽培，氮素只能增加到每公頃120公斤。

4.在不同地區之表現

本分所爲測定新育成之抗蟲品系在不同地之表現，特於民國71年二期至72年一期以嘉農育 257號等抗蟲品系在嘉義縣褐飛蝨易發生地區舉行，地點爲嘉義分所、溪口、嘉義、民雄（二處），新港

等6個地方，採無防治，對照品種爲臺農67號，結果如（表6），臺農 70 號 71 年二期作平均產量爲 5,877 kg/ha，對照品種爲3,488 kg/ha，增產指數達68.5%，72年一期作平均產量爲7,012 kg/ha，增產指數 6.1%，在71年二期作部份地區褐飛蝨發生較嚴重同時對照品種因未具抗性，因此各地產量影響很大。臺農70號在褐飛蝨易發生地區栽培，可發揮其抗蟲特性而表現高產潛能。

表5. 臺農70號耐肥性檢定試驗結果（73年）

| 肥料 | 期作 | 品種名稱 | 生育日數（日）插秧至抽穗 | 株高（公分） | 穗數（穗） | 稻谷產量 公斤／公頃 | 稻谷產量 品種間（%） | 稻谷產量 肥料用量間（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 普肥區 | 一期作 | 臺農70號 | 109 | 95.2 | 14.4 | 5,369 | 125.0 | 100.0 |
| | | 臺農68號（CK） | 111 | 93.6 | 13.7 | 4,294 | 100.0 | 100.0 |
| | 二期作 | 臺農70號 | 65 | 120.1 | 10.3 | 7,025 | 148.1 | 100.0 |
| | | 臺農67號（CK） | 69 | 120.0 | 12.3 | 4,744 | 100.0 | 100.0 |
| 重肥區 | 一期作 | 臺農70號 | 112 | 105.4 | 16.4 | 5,250 | 124.4 | 97.8 |
| | | 臺農68號（CK） | 113 | 101.0 | 17.5 | 4,219 | 100.0 | 98.3 |
| | 二期作 | 臺農70號 | 69 | 121.3 | 14.2 | 6,344 | 132.9 | 90.3 |
| | | 臺農67號（CK） | 72 | 113.3 | 13.8 | 4,775 | 100.0 | 100.7 |

備註：普肥區肥料施用量N：$P_2O_5$：$K_2O$=80：80：80 kg/ha。
重肥區肥料施用量N：$P_2O_5$：$K_2O$=160：120：120 kg/ha。

表6. 臺農70號在不同地區之稻穀及農藝特性（71年2期及72年1期）

| 地點 | 稻谷產量 2期 公斤／公頃 | 稻谷產量 2期 % | 稻谷產量 1期 公斤／公頃 | 稻谷產量 1期 % | 生育日數（日）2期 | 生育日數（日）1期 | 株高（公分）2期 | 株高（公分）1期 | 穗數（穗）2期 | 穗數（穗）1期 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 本分所 | 2,516 | 292.9 | 8,159 | 121.3 | 67 | 103 | 103.0 | 113.9 | 16.1 | 20.4 |
| 溪口 | 6,247 | 173.5 | 6,469 | 98.8 | 72 | 108 | 96.2 | 98.1 | 19.1 | 19.4 |
| 嘉義 | 10,625 | 146.0 | 8,152 | 108.2 | — | 111 | 116.8 | 119.0 | 22.7 | 19.9 |
| 民雄 | 5,275 | 239.8 | 6,170 | 99.8 | 73 | 95 | 103.2 | 114.1 | 17.1 | 18.2 |
| 民雄 | 4,225 | 325.0 | 5,940 | 108.1 | 69 | 107 | 108.7 | 105.9 | 16.9 | 21.9 |
| 新港 | 6,375 | 111.9 | 6,640 | 100.1 | 83 | 103 | 106.9 | 109.2 | 14.5 | 16.7 |
| 變域 | 2,516～10,625 | | 5,940～8,159 | | 67～83 | 95～111 | 96.2～116.8 | 98.1～119.0 | 14.5～22.7 | 16.7～21.9 |
| 平均 | 5,877 | 168.5 | 7,012 | 106.1 | 73 | 104 | 105.8 | 110.0 | 17.7 | 19.4 |

| 地點 | 臺農67號 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 稻谷產量 | | | | 生育日數（日） | | 株高（公分） | | 穗數（穗） | |
| | 2期 | | 1期 | | 2 期 | 1 期 | 2 期 | 1 期 | 2 期 | 1 期 |
| | 公斤／公頃 | % | 公斤／公頃 | % | | | | | | |
| 本分所 | 859 | 100.0 | 6,725 | 100.0 | 66 | 104 | 98.7 | 103.9 | 11.3 | 17.9 |
| 溪口 | 3,600 | 100.0 | 6,550 | 100.0 | 73 | 108 | 97.8 | 95.8 | 17.7 | 17.8 |
| 嘉義 | 7,275 | 100.0 | 7,536 | 100.0 | — | 115 | 117.6 | 119.7 | 18.7 | 20.1 |
| 民雄 | 2,200 | 100.0 | 6,725 | 100.0 | 74 | 98 | 98.6 | 114.8 | 14.7 | 20.1 |
| 民雄 | 1,300 | 100.0 | 5,495 | 100.0 | 71 | 104 | 108.0 | 107.7 | 12.6 | 21.5 |
| 新港 | 5,695 | 100.0 | 6,635 | 100.0 | 81 | 104 | 104.2 | 103.4 | 13.6 | 18.5 |
| 變域 | 859～7,275 | | 5,495～7,536 | | 66～81 | 98～115 | 97.8～117.6 | 95.8～119.7 | 11.3～18.7 | 17.8～21.5 |
| 平均 | 3,488 | 100.0 | 6,611 | 100.0 | 73 | 105 | 104.2 | 107.6 | 14.8 | 19.3 |

5.在稉稻品種區域試驗之表現

臺農70號於73年參加分別在全省7個地區舉辦之稉稻區域試驗，臺農70號及對照品種臺農67號之結果如表7，臺農70號全省區域試驗平均生育日數一期作 127.4天較對照品種約提早1天，二期作

**表7.** 臺農70號與臺農67號在區域試驗之稻穀及農藝特性比較（73年）

| 地點 | 臺農70號 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 稻谷產量 | | | | 全生育日數（日） | | 株高（公分） | | 穗數（穗） | |
| | 1期 | | 2期 | | 1 期 | 2 期 | 1 期 | 2 期 | 1 期 | 2 期 |
| | 公斤／公頃 | % | 公斤／公頃 | % | | | | | | |
| 新竹 | 5,305 | 95.9 | 5,661 | 99.9 | 141 | 105 | 101.0 | 99.3 | 12.2 | 12.1 |
| 彰化 | 5,374 | 112.7 | 6,088 | 104.6 | 123 | 101 | 107.6 | 98.5 | 13.0 | 14.8 |
| 雲林 | 8,209 | 102.3 | 6,739 | 114.6 | 126 | 103 | 117.6 | 107.4 | 21.0 | 13.2 |
| 屏東 | 6,444 | 102.1 | 6,000 | 116.1 | 115 | 99 | 106.1 | 109.4 | 13.0 | 11.5 |
| 臺東 | 6,406 | 94.0 | 5,977 | 110.0 | 138 | 101 | 98.8 | 87.6 | 16.1 | 17.0 |
| 花蓮 | 6,528 | 97.6 | 4,972 | 100.6 | 129 | 107 | 104.8 | 98.5 | 13.1 | 8.5 |
| 宜蘭 | 5,344 | 98.6 | 4,361 | 104.5 | 120 | 115 | 106.7 | 114.1 | 14.8 | 15.0 |
| 變域 | 5,305～8,209 | | 4,361～6,739 | | 115～141 | 99～115 | 98.8～117.6 | 87.6～114.1 | 12.2～21.0 | 8.5～17.0 |
| 平均 | 6,230 | 100.1 | 5,685 | 107.3 | 127.4 | 104.4 | 106.1 | 102.1 | 14.7 | 13.2 |

| 地點 | 臺農67號 稻谷產量 1期 公斤/公頃 | 1期 % | 2期 公斤/公頃 | 2期 % | 全生育日數(日) 1期 | 2期 | 株高(公分) 1期 | 2期 | 穗數(穗) 1期 | 2期 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 新竹 | 5,534 | 100.0 | 5,667 | 100.0 | 145 | 107 | 97.8 | 99.1 | 12.8 | 12.1 |
| 彰化 | 4,767 | 100.0 | 5,822 | 100.0 | 120 | 97 | 103.3 | 96.8 | 14.0 | 15.7 |
| 雲林 | 8,026 | 100.0 | 5,883 | 100.0 | 128 | 105 | 117.9 | 105.0 | 23.2 | 13.5 |
| 屏東 | 6,311 | 100.0 | 5,167 | 100.0 | 119 | 98 | 103.9 | 109.7 | 13.8 | 12.5 |
| 臺東 | 6,818 | 100.0 | 5,433 | 100.0 | 138 | 101 | 98.3 | 88.4 | 15.9 | 14.2 |
| 花蓮 | 6,689 | 100.0 | 4,944 | 100.0 | 129 | 105 | 113.3 | 99.5 | 14.9 | 10.3 |
| 宜蘭 | 5,422 | 100.0 | 4,172 | 100.0 | 119 | 114 | 109.2 | 111.6 | 16.6 | 15.1 |
| 變域 | 4,767 ~ 8,026 | | 4,172 ~ 5,883 | | 119 ~ 145 | 97 ~ 114 | 97.8 ~ 117.9 | 88.4 ~ 111.6 | 12.8 ~ 23.2 | 10.3 ~ 15.7 |
| 平均 | 6,224 | 100.0 | 5,298 | 100.0 | 128.3 | 103.9 | 106.7 | 101.4 | 15.9 | 13.3 |

106 天比對照品種晚 2 天，株高一、二期作與對照品種差不多，穗數一、二期作較對照品種略少，稻穀產量一期作平均6,230 kg/ha與對照品種差異小，二期作產量平均 5,685 kg/ha，較對照品種增產 7.3% 。在各地區產量表現，一期作以彰化、雲林、屏東較佳，二期作除新竹外，其他地區都有良好的表現，由此可知臺農70號適應性廣，尤其在二期作栽培時，又根據穩定性測定（圖3、4）一、二期作產量都表現很穩定。

圖3. 稉稻品種區域試驗之迴歸係數與平均稻谷產量（73. I）

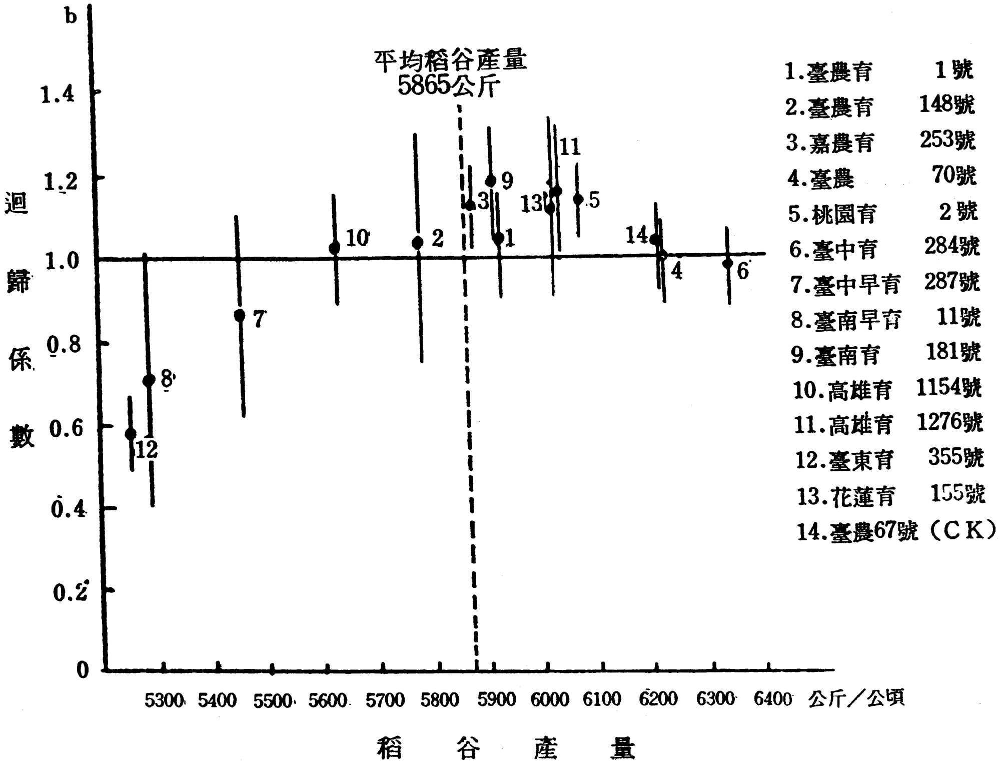
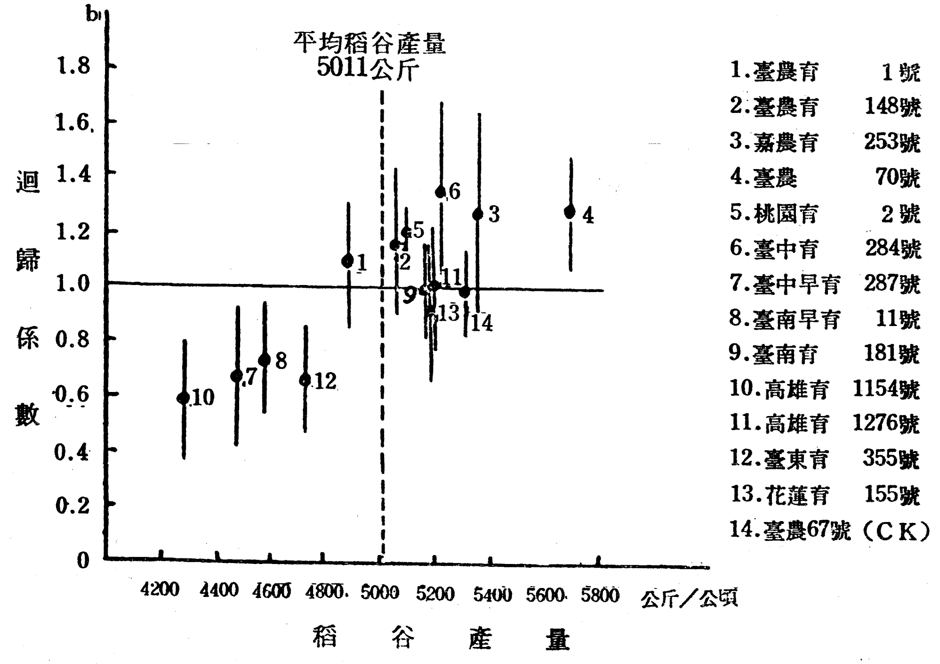


圖4. 稉稻品種區域試驗之迴歸係數與平均稻谷產量（73.Ⅱ）




6.白米品質：

根據臺中區農業改良場73年一期作區域試驗材料（臺灣省農業試驗所提供）分析結果如表8，除完整白米率較低外，糙米率，白米率均較對照品種臺農67號高，顆粒性澱粉含量也較低。

表8. 臺農70號之白米品質調查（臺中區農業改良場檢定）

| 品種名稱 | 年期 | 糙米率(%) | 白米率(%) | 完整白米率(%) | 長度 | 長／寬 | 透明度 | 心白 | 腹白 | 膠化溫度 | 膠體軟硬度 | 顆粒性澱粉(%) | 蛋白質(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 臺農70號 | 73.1 | 81.44 | 74.00 | 49.20 | S | B | 3 | 0 | 0 | L | L | 15.6 | 6.72 |
| 臺農67號（CK） | 73.1 | 79.84 | 71.72 | 47.68 | S | B | 3 | 0 | 1 | L | L | 17.6 | 6.52 |

另由臺中區農業改良場分析良質米推荐品種不同生產區域之米飯質地分析（表9）得知，在6個品種中越光爲目前日本最佳之良質米品種，由表內可看出臺農70號在各項分析中與越光較爲接近，由此可知臺農70號爲目前本省育成品種中米質優良的品種。

**表9.** 75年二期之良質米推荐品種在不同生產區域（8個試驗地區平均）之米飯分析表（資料來源臺中區農業改良場）

| 品　種 | 硬度 最低 | 硬度 最高 | 平均 (H) | 黏性 (−H) | 黏性／硬度 (−H/H) | 內聚力 $A_2/A_1$ | 黏著力 $A_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 臺農67號 | 4.05 | 4.51 | 4.29 | 0.52 | 0.12 | 0.65 | 0.20 |
| 臺農70號 | 3.65 | 4.38 | 4.05 | 0.51 | 0.14 | 0.66 | 0.21 |
| 臺中189號 | 3.81 | 4.29 | 4.06 | 0.54 | 0.13 | 0.70 | 0.20 |
| 臺中178號 | 3.79 | 4.41 | 4.09 | 0.49 | 0.12 | 0.67 | 0.18 |
| 臺南9號 | 3.87 | 4.44 | 4.17 | 0.51 | 0.12 | 0.69 | 0.18 |
| 越光 | 3.53 | 4.30 | 3.84 | 0.61 | 0.16 | 0.64 | 0.28 |

**7.對病蟲害之抵抗性**

（1）稻熱病抵抗性

統一病圃之稻熱病檢定分爲水田病圃及旱田病圃二種，水田病圃分設於嘉義及臺東關山二處，以一般栽植方式，施以重肥促使發病。旱田式病圃設在嘉義，只檢定秧苗，採用旱田式播種，發芽後在幼苗葉面上以細霧狀噴水，以保持濕度促使發病均勻。臺農70號根據檢定結果水田式病圃葉稻熱病罹病指數，嘉義與臺東關山兩地區均在2.0及1.5級屬抗級，穗頸稻熱病臺東關山達5級爲中感，比嘉義之1級爲重。旱田式病圃一、二期作均在2級（表10）。

**表10.** 臺農70號對稻熱病抵抗性檢定結果（嘉義分所及臺東區農業改良場）

| 年度 | 病害別 | 品種名稱 | 水田式病圃 一期作 嘉義市 罹病級數 | 反應 | 臺東關山 罹病級數 | 反應 | 平均 罹病級數 | 反應 | 旱田式病圃 一期 嘉義市 罹病級數 | 反應 | 二期 嘉義市 罹病級數 | 反應 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 73年 | 葉稻熱病 | 臺農70號 | 2.0 | R | 1.5 | R | 1.8 | R | 2.0 | R | 2.0 | R |
| | | 臺農67號 (CK) | 8.0 | S | 9.0 | HS | 8.5 | HS | 9.0 | HS | 9.0 | HS |
| | 穗稻熱病 | 臺農70號 | 1.0 | R | 5.0 | MS | 3.0 | MR | — | — | — | — |
| | | 臺農67號 (CK) | 9.0 | HS | — | — | 9.0 | HS | — | — | — | — |

（2）紋枯病抵抗性檢定

統一病圃之紋枯病檢定由臺南區農業改良場辦理，分爲接種區及自然發病區，臺農70號於73年度參與檢定，根據檢定結果（表11）在接種區一、二期作均屬中感，自然發病區一期爲感，二期爲中感。

（3）白葉枯病抵抗性檢定

統一病圃之白葉枯病抵抗性檢定由臺中區農業改良場辦理，臺農70號於73年度參檢，檢定結果在一期作爲中感，二期作爲中抗，由期作間抗性差異顯示抗性不太穩定（表12）。

表11. 臺農70號對紋枯病抵抗性檢定結果（臺南區農業改良場）

| 品種名稱 | 73年 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 接種區 | | 自然發病區 | |
| | 一期 | 二期 | 一期 | 二期 |
| 臺農70號 | MS | MS | S | MS |
| 臺農67號（CK） | MS | MS | MR | MR |

表12. 臺農70號對白葉枯病之抵抗性（臺中區農業改良場）

| 品種名稱 | 73年 | |
|---|---|---|
| | 一期 | 二期 |
| 臺農70號 | MS | MR |
| 臺農67號（CK） | MS | MS |

（4）褐飛蝨抵抗性檢定

統一病圃之褐飛蝨檢定由嘉義分所植保系辦理，採幼苗檢定法，根據檢定結果臺農70號在一、二期作均呈抗性（表13）。

表13. 臺農70號對褐飛蝨抵抗性（嘉義分所植保系）

| 品種名稱 | 73年 | |
|---|---|---|
| | 一期 | 二期 |
| 臺農70號 | R | R |
| 臺農67號（CK） | HS | HS |

五、優劣點及栽培要點：

(一) 優點：

1.本品種具褐飛蝨抵抗性，適合於本省中南部褐飛蝨易發生地區栽培。因褐飛蝨抵抗性有可能崩潰，必須隨時提防蟲害之發生。

2.本品種稻谷產量稍高且穩定，尤其在二期作更能發揮高產潛力。

3.本品種白米腹白少，外觀佳，顆粒性澱粉含量與一般蓬萊稻同樣低。

4.本品種脫粒性比臺農67號稍難，適合機械收穫。

(二) 劣點：

1.本品種株高雖與臺農67號稍高，一期作106公分，二期作116公分，如肥栽管理不當，有倒伏之虞。

2.本品種穗較長，在成熟期因稻穗所佔之全株重量比率較大，易導致稻株傾斜。

3.本品種對斑飛蝨不具抗性，因此抽穗前及齊穗期宜注意防治，以免斑飛蝨聚集密度過高，造成

爲害。

(三) 栽培要點：

1.播種及插秧時期：本品種成熟期與臺農67號差不多，應配合當地之氣候與農時，採取適時播種及插秧。

2.本品種稻谷之休眠性較臺農67號輕，在中南部之第一期作及宜蘭地區第二期作應把握收穫適期，以防穗上發芽之損失，以第一期作收穫之稻谷爲同年第二期作種子使用時，應充分晒乾並存放數日後播種，以提高發芽整齊度。

3.插秧應採用小株密植（行株距 27公分×13.5公分）即9寸×4.5寸或一般機插之行株距，以增加單位面積穗數，提高產量。

4.早施追肥：爲確保有效分蘖，除基肥外插秧後應盡早施用追肥，施肥適期第一期作第一次追肥在插秧後15～20日，第二次追肥25～30日。第二期作第一次追肥在插秧後10～15日，第二次追肥在插秧後20～25日，以促進早期分蘖。

5.本品種屬穗重型，穗大而重，因此在成熟期常因穗部之重量大，而導致稻株傾斜，爲防倒伏應注意穗肥之施用量。

**六、病蟲害防治：**

1.秧苗期：在插秧前以及本田初期插秧後10日左右，應防治斑飛蝨及黑尾浮塵子，以防毒素病發生。

2.紋枯病：本品種比臺農67號不耐紋枯病，故抽穗前後必須注意防治。

3.稻熱病：本品種稻熱病抗性已減低，在插秧後40日左右防治葉稻熱病，穗頸稻熱病在抽穗前及齊穗後注意預防。

4.白葉枯病：本病之發生與氣候環境有關，易發生地區在幼穗形成期前依照植物保護手册推荐藥品預防。

5.褐飛蝨：本品種雖具有抵抗性，如附近地區嚴重發生褐飛蝨爲害時，仍需視情形適宜防治。

6.斑飛蝨：本品種對爲害穗部之斑飛蝨不具抗性，因此抽穗前及抽穗後，齊穗時必須防治。

7.其他病蟲害請參照農林廳編印之「植物保護手册」適時防治。

臺農70號之育成承蒙本分所各位同仁以及各改良場所有關人員協助，並蒙行政院農業發展委員會之資助，謹此誌謝。

## 參考文獻

1.臺灣省農林廳 1986 臺灣農業年報。

2.臺灣省農業試驗所 1985 稉稻區域試驗（油印本）。

3.楊遜謙 1969 旱田式病圃之抗稻熱病育種試驗 農業研究16（3）：1～7。

4.楊遜謙 1980 水稻抗褐飛蝨抵抗性反應之初步觀察 中華農業研究32（4）：273～282。

5.楊遜謙 1983 水稻在不同生育時期褐飛蝨抵抗性反應之初步觀察 中華農業研究32（4）：379～382。

6.黃眞生 1979 水稻品種臺農67號之育成 中華農業研究28（2）：57～66。

7.金田忠吉 1975 水稻のトビイロウンカ耐蟲性簡易檢定法と育種への利用 農業及園藝50（5）：14～18。

8.藤卷宏 1980 韓國における統一水稻品種のいもち病罹病化と抵抗性安定化の育種的對策(1) 農業及園藝55（8）：14～16。

9.池田良一、金田忠吉 1982 わが國におけるイネのトビイロウンカ耐蟲性の遺傳研究 農業技術 37（2）：56～59。

# Development of Rice Variety Tainung 70[1]

S. C. Yang[2]


## Summary

Rice variety Tainung 70 was a selection from the progensis of a cross between Tainung 67 and Chia-nung-sipi 66028, having a high-yield potential, good quality and resistance to major diseases and insect pests. Its average plant height was 106. 1 cm in the first crop and 115.8 cm in the second crop, slightly higher than those of Tainung 67. The panicle number was 16.7 in the first crop and 14.4 in the second crop in average, and the total growing duration was 140 and 109 days in the first and second crop, respectively. The average yield of Tainung 70 in the seven regional yield tests was 6,230 kg /ha in the first crop and 5,685 kg/ha in the second crop, outyielded the control variety Tainung 67 by 0.1%—7.3%. The percentage of brown rice was 82.1% and 81.4 % in the first and second crop, respectively.

Due to its bigger panicle and less stiffness of the stem, Tainung 70 was slightly apt to lodging at maturity. It is suitable to be grown in the brown planthopper (*Nilaparatalugens stal*) prevailing area in the second crop. This variety was resistant to the blast disease at release in 1985, however, its first crop of 1987 in central and southern parts of the island was considerably damaged by the disease. It may be due to the rapid expansion of its cultivated area that caused the build-up of virulent races of the pathogen against Tainung 70.


---

1. Contribution No. 1400 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Agronomist, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI, Chia-yi, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(2)：117～126（1988）

# 稻細胞質雄不稔性的稔性恢復之探討[1]

曾 東 海　　黃 真 生[2]

**摘要**　本試驗的目的是稻細胞質雄不稔性的稔性恢復基因之檢交、雜種組合力之檢定及探討稔性恢復基因於不同遺傳背景之表現。本所新育成的秈稻新品系檢交結果發現有89品系具有稔性恢復基因，包括臺農秈育91號等22個抗病抗蟲害及耐寒性之品系。稔性恢復之程度，與不稔系的核可能有差異雖然細胞質及 Rf 系均相同，或以細胞質有差異雖不稔系的核與 Rf系均相同。與8個 WA型細胞質雄不稔系檢交結果，臺農秈121號表現有較廣的恢復作用，對珍汕97A、V20A 及二九南也較佳的恢復結果。19個不具有稔性恢復基因之品系中，臺農秈育180號等5品系，是抗病抗蟲又較耐寒。這些品系已用於雄不稔之維持系，移入珍汕97A之細胞質，並已回交五次，完成細胞質雄不稔性新品系之選育。另以測驗明瞭，半結實粒是否歸納於稔實粒，對稔實率之計算並無顯著之影響，證明風選機風選算出的結實率之可靠性。稔性恢復基因顯示完全顯性或部分顯性，其遺傳方式猶待探討。正常花粉率與稔實率有極顯著的正相關。不稔系有8％～17％的自然外交率。秈稻之恢復系與粳稻不稔系的雜種$F_1$有低於50％之稔實率，其$F_2$的稔實率分佈偏向低稔實，但仍有8～21％之個體稔實率超過70％。

利用雜種優勢從事品種改良，已廣泛地被應用，並且著有績效。玉米、高粱等異交或常異交作物，雜種種子生產容易，而水稻是屬於自交作物，除了依賴有效的細胞質雄不稔性及恢復基因外，需要有高的雜種優勢及符合於經濟條件之雜交率。自從1966年 Shinjyo和Omura[24] 首次證明栽培稻內確實存在著細胞質雄不稔及稔性恢復基因，而後許多學者不斷地探討細胞質雄不稔性及稔性恢復基因，發現不同來源之細胞質雄不稔性，並培育許多細胞質雄不稔性及稔性恢復系統，供水稻雜種品種育種之用[6,8,10,14,23,27]。

稻細胞質雄不稔性恢復基因的遺傳行為，因為研究者[3,4,7,11,13,17,18,25,30,33]所用材料不同，所得的結論不一，多數學者認為是一對或兩對顯性基因，但亦有認為是3或4對顯性基因或認為尚受抑制基因或修飾基因之影響。主要困難在於雜種不稔性的參與，使其更為複雜。除了恢復基因之遺傳穩定性問題外，雜種優勢之高低，雜交率以及細胞質不稔性之穩定等均為待解決之問題。至今只有中國大陸進行水稻雜種$F_1$的經濟栽培[10,19]，在自由世界尚無任何國家做雜種水稻之栽培。

水稻雜種品種之利用有幾個方式，利用細胞質雄不稔性的需要有(1)細胞質雄不稔系（A系），(2)維持系（B系），(3)稔性恢復系（Rf系），(4)高的雜種優勢及外雜交率。欲達經濟效益，則必須有優良的不稔系（含B系）及恢復系，且不稔系與恢復系的組合力要高，雜種 $F_1$的生產成本要低[26,28]。本所經過多年進行有關水稻雜種 $F_1$ 品種之研究[1]，雖然獲得許多高產的組合但其地域及期作穩定性欠佳[2,4]。因而本研究室著重雄不稔細胞質的轉移，期育成較適應於本省的細胞質雄不稔系，並檢交本所育成的優良秈稻品種（系），明瞭其稔性恢復性質，尋找優良的恢復系，並進行組合力檢定，期

1．臺灣省農業試驗所　研究報告第 1401 號。

2．臺灣省農業試驗所農藝系助理研究員、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

能選出雜種優勢高的組合，使本省之雜種水稻達到經濟栽培，提高產量及降低生產成本之目的。

## 材料與方法

### 一、恢復基因之篩檢與利用

珍汕97A具有野生稻（*Oryza sativa* L. f. spontanea）細胞質雄不稔性，爲本試驗之母本，與本所育成秈稻新品系檢交，以測定新品系是否含有稔性恢復基因。篩檢方法爲：母本經過溫湯處理，剪去未開穎的穎花，保留開穎的穎花，並剪穎上端⅓，然後分別授以秈稻品系的花粉，授粉後立即套袋，並加標籤，收穫的雜種種子經乾燥後，於次期作種植。採用單本植，每組合種植36株，於成熟時，每組合（$F_1$）調查10株之稔實率。

此等雜種$F_1$稔實率高於75％者乃具有恢復基因的品系，可供爲恢復系（restorer），雜種$F_1$的稔實率低於10％爲完全沒有恢復基因的品系可做爲維持系（maintainer）這兩類品系均是將來有可能利用的材料，就其病蟲害及耐寒性等特性，進行調查。調查的方法及其基準皆照國際稻米研究所的調查方法及標準進行。具較多優良特性之恢復系，再與珍汕 97A、V20A、二九南A等雄不稔系雜交，得到多量的雜種種子，以進行組合力檢定。各項特性表現較佳而不具恢復基因的品系，則與珍汕97A進行回交，以育成新的優良不稔系。

### 二、稔性恢復系之篩選及稔實率花粉率的調查方法

1.稔性恢復系之篩選及稔實率的調查基準

以不稔系珍汕97A爲母本，分別於第一、二期與219品種（系）雜交，並調查 $F_1$之稔實率，以明瞭那一品種具有稔實恢復基因。於第二期作，利用稔性恢復基因篩檢用的47個雜種$F_1$爲材料，以兩種調查基準調查種子稔實率，以便比較兩法之差異及相關性。第一方法爲利用風選機風選，風力調整爲可將空粒及半結實粒吹到上層，只留結實粒於下層，然後用數粒機計算下層結實粒數，由此得稔實率。第二法的空粒及半結實粒的選別，是用風選機上層的材料再以手指按壓判別是否有結實，必要時剝開其內外穎檢視是否有胚形成。故第一法的不稔粒乃包括半結實粒及空粒之總數，第二種則將半結實粒列入稔實粒計數。

2.正常花粉率與稔實率之比較

花粉率的調查爲於雜種$F_1$抽穗開花期，於淸晨採集當日開花之小枝梗，以70％的酒精固定，然後以１％碘碘化鉀（I-KI）溶液染色，再進行鏡檢。花粉粒大且外表光滑有染色的花粉算爲正常，不染色及皺縮變形的爲不正常，計算正常花粉粒的百分比。稔實率的調查，則按前述第一法爲調查基準，即將半結實粒列爲不稔粒計算。

### 三、稔性恢復基因在同細胞質不同核之恢復效果

1.對秈稻同細胞質不同核系統之影響

珍汕97A、V20A、二九南 A、IR46826A、IR46827A、IR46828A、IR46829A、IR46831A皆爲WA型細胞質雄不稔系，且前三個IR不稔系是由珍汕97A育成，後二個不稔系的細胞質爲來自 V20A之細胞質，利用這些細胞質雄不稔系與以珍汕 97A 檢交證明之稔性恢復系臺農秈育121號、臺農秈育123號、臺農秈育172號於民國75年第一期作雜交，第二期作調查其$F_1$的稔實率。

2.對稉稻不同細胞質同核系統的影響

臺農 67(WA)A及臺農 67(R)A爲本所育成的稉型細胞質雄不稔系，其細胞質分別屬於 WA型及R型，以此兩不稔系分別與臺農秈育91號等品系（皆與珍汕 97A檢交證明有稔性恢復作用）雜交，調查其$F_1$及$F_2$的種子稔實率，這部份之雜交工作分別於民國74及75年的第一期作進行，稔實率則分別於民國74年第二期作及75年第一、二期作調查。

## 結果與討論

## 一、稔性恢復系之篩檢及利用

以細胞質雄不稔系珍汕97A爲母本，就本所新育成的秈稻新品系進行稔性恢復基因的篩檢。民國72年第一期作篩檢39品系，第二期作篩檢133品系，民國73年第二期作篩檢47品系，三期作共篩檢219品系。其雜種 $F_1$ 的稔實率之頻度分佈如表1，稔實率超過80%的有18品系，超過70%的有89品系，分別占全部篩檢品系的8.2%及40.6%。這些品系顯示具有恢復珍汕97A（WA型）細胞質雄不稔性之恢復基因。$F_1$稔實率低於10%的有19品系；佔全部篩檢品系的8.7%。這些品系對珍汕97A完全沒有稔性恢復作用，顯示未具有稔性恢復基因。$F_1$稔實率介於20～70%的有97品系，占全部篩檢品系的44.3%；這些品系只能對珍汕97A恢復部份的稔性，是爲具有部份稔性基因，可能有品種間雜交不稔性基因之干擾。

表1. 細胞質雄不稔性稔性恢復系檢交$F_1$稔實率之分佈頻度

**Table 1.** Frequency distribution of spikelet fertility of the testcross $F_1$ between CMS lines and various rice varieties.

| 年期 Season | 稔實率 Spikelet fertility (%) | | | | | | | | | | 組合總數 Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0～10 | 11～20 | 21～30 | 31～40 | 41～50 | 51～60 | 61～70 | 71～80 | 81～90 | 91～100 | |
| 1983 I | 3 | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 | 6 | 6 | 8 | 1 | 39 |
| 1983 II | 11 | 9 | 9 | 2 | 1 | 7 | 34 | 52 | 8 | 0 | 133 |
| 1984 II | 5 | 3 | 7 | 1 | 7 | 5 | 5 | 13 | 1 | 0 | 47 |
| Total | 19 | 14 | 19 | 4 | 13 | 16 | 45 | 71 | 17 | 1 | 219 |

未具有稔性恢復基因的品系，若其他性狀優良可做爲雜種品種的維持系 (maintainer)[21]。72年檢出的14個未具恢復基因的品系中，農藝性狀病蟲害抵抗性等較佳者是Y—83—43等五品系（表2）。此五品系已列入臺農秈育之編號，分別命名爲臺農秈育 180、181、182、183、184號。於民國73年第一期作進行此等品系細胞質之置換工作，乃以珍汕97A爲細胞質之捐與親，該五品系爲輪迴親做回交育種。此工作目前仍繼續進行中，預計於76年底可完成核置換。

表2. 幾個稻雄不稔性維持系之生育日數耐寒性及病蟲害抵抗性

**Table 2.** Disease and insect resistances, cold tolerance and days to heading of some Indica CMS maintainers.

| 品系名稱 Strains | 親本 Parentage | 生育日數[1] Growth duration | | 耐寒性 Cold tolerance | | 病蟲害抵抗性[2] Disease & insect resistances | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1st | 2nd | Seedling | Mat | BL | BLB | BPH | WBPH |
| TNGSY180 | $F_7$ (CNS11/IR30)/IR24 | 100 | 62 | MR | MR | R | MR | R | R |
| TNGSY181 | BG35—2/ACC | 93 | 65 | MR | MR | R | R | MS | R |
| TNGSY182 | KSY104/ACC//IR29 | 100 | 62 | MR | MR | R | R | R | S |
| TNGSY183 | CNSY24/ACC//IR24 | 100 | 65 | MS | S | R | MR | R | MS |
| TNGSY184 | CNSY24/ACC//IR2 | 99 | 65 | MR | MS | R | MR | R | S |

1.從種植到抽穗之日數。Days from trausplanting to heading.
2.依照國際稻米研究所之調查標準。Investigation was based on the standards of IRRI.
BL：稻熱病Blast　BLB：白葉枯病 Bacterial leaf blight
BPH：褐飛蝨 Brown planthopper　WBPH：白背飛蝨 White brown planthopper

在三個期作的篩檢結果，顯現具有稔性恢復基因的品系中，其病蟲害抵抗性及耐寒性較佳的有22個（表3）。這些品系可做爲雜種品種的稔性恢復系。爲篩選較優良的恢復系，進行組合力檢定。本項工作自民國73年第一期作以來，以珍汕 97A、V20A 及二九南A與22品系進行雜交，73年第二期作初次做產量比較試驗，目前已完成部份組合的組合力檢定。結果顯示雜種$F_1$有高產潛力者，有4個組合，在第二期作產量達 9t/ha，比最高產的臺中秈10號增產16～21%。親本的一般組合力比特殊組合力高，臺農秈育172號在兩期作均有較佳的一般組合力，可供爲產生雜種品種的稔性恢復系。組合間的雜種優勢差異極大，期作間的差異亦大，顯示這些組合對環境之反應極爲敏感[4]。

Liu[20] 報告：不同雜交組合對不同溫度的反應趨勢不一，雜種的稔性於不同環境有顯著的差異。國際稻米研究所[16]指出，$F_1$的稔實率因種植時期而不同，同一組合內也有差距達6～60%，而一般純系品種的差距並不明顯。本試驗亦得到類似的結果。尋找稔性恢復穩定的種源是刻不容緩的工作。

表3. 稻雄不稔性的稔性恢復系之生育日數耐寒性及病蟲害抵抗性

Table 3. Disease and insect resistances cold tolerance and days to heading of 22 fertility restorer lines.

| 品系名稱 Strains | 親本 Parentage | 生育日數[1] Growth duration | | 耐寒性 Cold tolerance | | 病蟲害抵抗性[2] Disease & insect resistances | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1st | 2nd | Seedling | Mat | BL | BLB | BPH | WBPH |
| TNGY91 | Milyang23/IR29 | 98 | 63 | MR | HS | R | MR | R | MS |
| TNGY92 | Milyang23/IR29 | 98 | 67 | MR | MR | R | MR | R | MS |
| TNGY114 | Milyang23/IR29 | 97 | 63 | MR | MR | R | MR | R | MR |
| TNGY115 | Milyang23/IR29 | 101 | 72 | MR | HS | R | R | R | MS |
| TNGY119 | Milyang23/IR29 | 97 | 67 | MS | MS | R | R | R | MR |
| TNGY120 | Milyang23/IR29 | 101 | 67 | MR | MS | R | R | R | MS |
| TNGY121 | HAT/Mutsunishiki | 99 | 65 | MR | MS | R | MR | R | S |
| TNGY122 | Milyang23/IR2031-724-2-3 | 99 | 68 | MR | HS | R | MS | R | S |
| TNGY162 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 96 | 67 | MR | MR | R | MS | R | MR |
| TNGY163 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 105 | 77 | MS | S | R | R | R | MR |
| TNGY164 | $F_7$ (CNS11/IR30)/IR24 | 103 | 72 | R | S | R | MR | R | S |
| TNGY165 | $F_7$ (CNS11/IR30)/IR24 | 99 | 73 | R | MS | R | S | R | S |
| TNGY166 | $F_7$ (CNS11/IR30)/IR30 | 97 | 73 | MR | MS | R | MR | R | R |
| TNGY167 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 103 | 73 | MR | MR | R | R | R | MR |
| TNGY168 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 98 | 69 | MR | MR | R | MR | R | MR |
| TNGY169 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 102 | 71 | R | MR | R | MR | R | MR |
| TNGY170 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 101 | 72 | MR | MR | R | MR | R | MR |
| TNGY171 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 97 | 67 | MS | MR | R | MR | R | MR |
| TNGY172 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 93 | 66 | MR | MR | R | MS | R | MS |
| TNGY173 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 97 | 68 | MS | S | R | MR | R | MR |
| TNGY174 | IR24/$F_7$ (CNS11/IR30) | 103 | 74 | MR | MS | R | S | R | MS |
| TNGY175 | $F_7$ (CNS11/IR30)/Milyang23 | 98 | 67 | MS | MR | R | S | R | MR |

1.從種植到抽穗之日數。Days from transplanting to heading.

2.依照國際稻米研究所之調查標準。Investigation was based on the standards of IRRI.

BL：稻熱病 Blast　　BLB：白葉枯病 Bacterial leaf blight

BPH：褐飛蝨 Brown planthopper　　WBPH：白背飛蝨 White brown planthopper

## 二、稔實率之調查方法：

### 1.稔實率的調查基準：

民國73年第二期作，共調查47組合的雜種$F_1$的稔實率。結實與不結實粒之辨別是以風選機風選爲

標準，再以指壓法辨別之半結實粒列入結實粒或列入不結實粒數之兩種調查基準進行調查。結果兩種調查基準的差距小於 1 %的有24組合，佔總數47組合的51.1%。差距小於 2 %的有35組合，佔總數的74.5%。最大差距爲6.77%，其次爲4.07%，是爲差距超過 4 %的二個組合。就兩種調查基準進行相關及迴歸分析，兩者有極顯著的正相關($r=0.99907^{**}$)，其直線回歸方程式爲$Y=-0.3022+1.0345X$，而Y爲半結實粒包含於結實粒之稔實率，X爲半結實粒不包括於不結實粒之稔實率。

半結實粒的產生與營養氣候環境有關，Liu [20] 報告指出，半結實粒與溫度的關係很複雜，在 19°～25°C時半結實粒的百分率與溫度呈顯著相關，但當溫度超過 26°C時半結實粒的百分率卻不再增加。此外水稻發生病蟲害或倒伏時，亦會使半結實粒的百分率增加。依據本試驗的結果，本省水稻在正常的環境下，半結實粒對稔實率的計算結果影響不大。故以風選機風選分開結實與不結實粒之作法，爲計算稔實率有相當高的可靠性。

一般而言，稔實率的調查相當費時，尤其短時間內需要調查大量的樣品，以爭取時效。依據本調查結果，在正常的生長環境下，稔實率的調查，可直接利用風選機選別，以吹到上層的不結實粒及半結實粒代表不稔粒數，下層的爲結實粒，似有相當高之可靠性。爲遺傳分析等需要較精確的資料，則必須將上層的半結實粒，再分開爲不結實粒及半結實粒，半結實粒列入於結實實粒計數，較爲妥當。

2.花粉稔實率與種子稔實率的比較

民國七十二年第二期作，就水稻細胞質雄不稔性恢復基因篩檢之$F_1$爲材料，於抽穗開花時檢查正常花粉率，共檢查21組合，這些組合於收穫時調查稔實率，正常花粉率及稔實率進行相關及迴歸分析。花粉率與稔實率有極顯著的正相關（$r=0.88825^{**}$），其直線回歸方程式爲$Y=1.24447+0.634X$，而 Y爲花粉率，X爲稔實率。一般而言花粉率高於稔實率，花粉率越高，其稔實率也越高，但有一特殊的組合，珍汕97A/Y—84—36 (IR29/ACC//TCS10) 的花粉率爲 90±2.6%而稔實率卻只有24.01% 。其原因可能係花藥不易開裂或其他因素之影響。當花粉率爲 0 時，卻有 8 ～17%的稔實率，這是由自然雜交而來。

雜種$F_1$的花粉粒，依照形態可分爲 1 ）粒形較大且外表光滑，可染色的圓形花粉粒，2 ）粒形較小且外表不光滑，可染色的圓形花粉粒；3 ）不染色的球形花粉粒，4 ）不能染色的皺縮花粉粒等四類。此與 Chaudhury et al. [9] 之報告相同，只有第一類列爲正常花粉粒。在正常花粉率介於10～70%的組合，發現具有較多的第二類花粉粒，且染色程度深淺不一，判別較爲不易。而在高於70%低於10%之正常花粉率的組合，花粉粒的差異明顯，鏡檢時容易判別。

正常花粉率比稔實率少受其他因素的影響，因此較能反應出恢復基因的行爲。但花粉率易受取樣及鏡檢時效的限制，同時採樣及鏡檢的技巧，會影響到調查的結果。由本試驗的結果，花粉率與稔實率有極顯著的正相關，與黃等 [3] 以雜種 $F_2$調查的結果相同，因此在進行恢復基因篩檢時可採用種子稔實率之調查，而進行恢復基因之遺傳分析時，則以正常花粉率之調查較佳。

**三、稔性恢復基因在同細胞質不同核之恢復效果**

1.對秈稻同細胞質不同核系統的影響

以 8 個同爲WA型細胞質雄不稔系與臺農秈育121號 、臺農秈育123號及臺農秈育172號等恢復系(以珍汕97A檢交的結果)雜交，調查15株雜種 $F_1$的種子稔實率，結果如表 4 。三個恢復系與珍汕97A、V20A及二九南A的雜種 $F_1$的稔實率都超過 70% 。而以新引進的 5 個 IR不稔系爲母本的雜種 $F_1$的稔實率卻有顯著的差異，IR46826A、IR46827A與臺農秈育123號及臺農秈育172號的雜種$F_1$的稔實率只有18～34%。IR46829A、IR46831A與臺農秈育123號的雜種 $F_1$的稔實率分別爲39%及51%。由此結果顯示恢復基因受不稔系細胞核的影響極顯著。恢復基因在不同的不稔系的恢復作用不一致，不同恢復系的表現也不一樣。在三個恢復系中，臺農秈育121號表現有較廣泛的恢復作用，臺農秈育123號則較差。

於本試驗中 8 個不稔系的細胞質同屬WA型，係國際稻米研究所於1983年分別利用珍汕 97A育成

表4. 秈稻細胞質雄不稔系與秈稻恢復系檢交$F_1$之稔實率（%）

**Table 4.** The spikelet fertility of the $F_1$ between cytoplasmic male sterility lines and restorer lines in Indica rice.

| 秈稻細胞質不稔系 CMS | 細胞質類型 Type of cytoplasm | 親緣 Parentage | 秈稻恢復系 Restorer lines of Indeica rice | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | TNGY121 | TNGY123 | TNGY172 |
| ZS97A | WA | | 70± 9 | 76± 9 | 76±15 |
| V20A | WA | | | 73±12 | 70±16 |
| ECNA | WA | | | 72±14 | 72±19 |
| IR46826A | WA | ZS97A/IR1054-23-3-3 | 51±14 | 18±14 | 34±18 |
| IR46827A | WA | ZS97A/IR1076-24-6-2 | 69±17 | 32±18 | 24±13 |
| IR46828A | WA | ZS97A/IR10179-2-3-1 | 67±10 | 73±13 | 76±15 |
| IR46829A | WA | V20A/IR19792-15-2-3-3 | 70±17 | 39±26 | 72±16 |
| IR46831A | WA | V20A/Jikkoku Seranai | 75± 5 | 51±15 | 56±11 |

IR46826A、IR46827A及IR46828A，利用V20A育成IR46829A及 IR46831A等細胞質雄不稔系[16]。恢復系對他們的恢復作用卻有明顯的差異，顯示細胞質雄不稔性的恢復作用，不是單純的受父本的顯性基因控制，在不稔系的細胞核中也有某些基因與父本基因互相作用影響恢復基因的表現。

稻細胞質雄不稔性之稔性恢復基因的數目，因研究者所用材料不同，而有不同的結論。Huang等[15]認為是一對以上的顯性基因。 Govinda Raj et al.[12]認為是一到三對基因控制。 Fu[11], Lei et al.[17], Li and Yuan[18], Young and Virmani[32]等認為是二對顯性基因。Yang and Lu[30]指出IR24有$Rf_1Rf_1$和$Rf_2Rf_2$二對基因，$Rf_1$的影響較$Rf_2$强。黃等[3]認為係受到三到四對顯性基因控制。Cai and Wang[7]報告指出，在Nanzao、Zhonggangao、Erjiunan、Kensulos等WA型雄不稔系中，有一對抑制$Rf_1$或$Rf_2$恢復基因的顯性基因。以上述之論說並無法完整地解釋本試驗的結果。稻品種間雜種有複雜的不同基因系統影響稔實率，因此細胞質雄不稔之恢復機制比較難予單獨研究，尚待進一步探討。

2.對稉稻細胞質雄不稔系的影響

以臺農 67(WA)A 及臺農 67(R)A與秈型恢復系臺農秈育91號等10品系，於民國74年第一期作雜

表5. 稉稻細胞質雄不稔系與秈稻恢復系檢交$F_1$稔實率（%）

**Table 5.** The spikelet fertility of the $F_1$ between Japonica CMS lines and Indica restorer lines.

| 稉稻細胞質雄不稔系 Jap. CMS | 期作 Season | 秈稻恢復系 Indica restorer lines | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TNGSY 91 | TNGSY 114 | TNGSY 119 | TNGSY 120 | TNGSY 169 | TNGSY 175 | TNGSY 176 | TNGSY 177 | TNGSY 178 | TNGSY 179 |
| TNG67 (WA)A | 74/II | 28 | 29 | 13 | 5 | 40 | 62 | 4 | 13 | 29 | 21 |
| | 75/II | 9 | | | | 28 | 7 | | | 11 | |
| TNG67 (R)A | 74/II | 11 | 21 | 10 | 12 | 58 | 47 | 41 | 20 | 39 | 32 |
| | 75/II | 4 | | | | 42 | 26 | | | 6 | |
| TNG67 (CK) | 75/II | 60 | | | | 75 | 60 | | | 15 | |
| ZS97A (CK) | 73/II | 79 | 75 | 76 | 76 | 75 | 75 | 84 | 84 | 86 | 81 |

交，第二期作培育其$F_1$並調查其稔實率，結果如表5。對臺農67(WA)A之10個雜種$F_1$的稔實率均介於4%～40%，低於15%的有4個組合，≧40%者只有1個組合，稔實率最高的是臺農67(R)A/臺農秈育169號，稔實率爲40%。另一方面，10個稔性恢復系與臺農67(R)A之10組$F_1$之稔實率介於12%～58%，低於15%者有3組合，而高於40%者有3個。這10個恢復系與珍汕97A的雜種$F_1$的稔實率均爲75～86%。此結果顯示，秈稻稔性恢復系對稉型細胞質雄不稔系只有約一半的稔性恢復力，甚至完全無法表現稔性恢復作用。

民國75年第一期作栽培上述$F_1$稔實率較高組合的$F_2$，調查其$F_2$的稔實率（表6）。$F_2$族羣的平均稔實率只有35%～48%，稔實率低於10%的個體佔有9.6～25.1%，稔實率高於80%的只有2.4～9.5%，稔實率超過70%的亦只有7.9～21.1%，顯現其稔實率分佈偏向低稔實率，與在秈型細胞質雄不稔系雜交$F_2$的表現有所不同[3]。由於秈稉稻的親緣較遠，因此秈稉雜交常發生雜種不稔性之現象[31]。爲探討上述稔實率偏低，是否爲秈稉雜交的雜種不稔性之現象，民國75年第一期作，以臺農秈育91號等4個恢復系爲父本，與臺農67(WA)A，臺農67(R)A及臺農67號雜交。12個雜種$F_1$於第二期作栽培，其稔實率的調查結果如表6，臺農67號／臺農秈育169號的雜種$F_1$的稔實率爲75%，而臺農67(WA)A/臺農秈育169號，臺農67(R)A/臺農169號卻只有28%及42%。臺農67號與臺農秈育91及175號的雜種$F_1$稔實率爲60%，而臺農67(WA)A及臺農67(R)A與它們的雜種$F_1$稔實率卻只有4～26%。顯示臺農67號與臺農秈育91、169、175號雜交並無或只有輕微的雜種不稔性之現象，但有雄不稔細胞參與時，Rf基因並不發生作用，以致臺農67號之雄不稔系與此三恢復系雜交時，其雜種$F_1$的稔實率偏低，亦可能尚有其他基因會影響恢復基因的作用。臺農67號／臺農秈育178號的雜種$F_1$的稔實率只有15%，顯示具有秈稉雜交的雜種不稔性。因此臺農67(WA)A及臺農67(R)A與臺農秈育178號雜種$F_1$的低稔實率（11%及6%），可能係受到雙重的影響。

表6. 稉稻細胞質雄不稔系與秈稻恢復系雜交$F_2$稔實率之分佈頻度

**Table 6.** Frequency distribution of spikelet fertility of $F_2$ population from the crosses between Japonica CMS lines and Indica restorer lines.

| 組合 Cross | $F_1$稔實率 $F_1$ (%) | 各級稔實率（%）之$F_2$的個體數 Number of $F_2$ plants in different fertility intervals (%) 0～10 | 11～20 | 21～30 | 31～40 | 41～50 | 51～60 | 61～70 | 71～80 | 81～90 | 91～100 | 合計 Total | $F_2$平均稔實率 Average fertility (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TNG67(WA)A/TNGSY169 | 40 | 68 | 49 | 33 | 34 | 33 | 52 | 43 | 35 | 22 | 2 | 371 | 40.3 |
| TNG67(WA)A/TNGSY178 | 29 | 76 | 28 | 20 | 29 | 29 | 38 | 52 | 44 | 21 | 6 | 343 | 42.8 |
| TNG67(R)A/TNGSY169 | 58 | 66 | 63 | 66 | 64 | 69 | 111 | 106 | 80 | 54 | 12 | 691 | 47.8 |
| TNG67(R)A/TNGSY175 | 47 | 109 | 91 | 74 | 70 | 55 | 64 | 62 | 54 | 23 | 10 | 612 | 37.8 |
| TNG67(R)A/TNGSY176 | 41 | 124 | 53 | 43 | 56 | 67 | 64 | 48 | 27 | 9 | 3 | 494 | 34.5 |
| Total | | 443 | 284 | 236 | 253 | 253 | 329 | 311 | 240 | 129 | 33 | 2,511 | |

臺農67(WA)A/臺農秈育169及臺農67(R)A/臺農秈育169兩組合的差異，只在母本的細胞質之不同，而其雜種$F_1$（表5）及$F_2$（表6）之稔實率卻有明顯的差異。Virman and Dolores Dalmaio[29]以IR46828A及IR54755A試驗結果，亦得到類似的結果。雖然臺農秈育169號是以珍汕97A(WA型)篩檢的恢復系，但臺農秈育169號對臺農67(R)A比在臺農67(WA)A有較佳的稔性恢復作用，臺農秈育175號及176號亦有類似的情形，顯示WA型細胞質雄不稔之稔性恢復系，在R型不稔系有較佳的稔性恢復作用。

具WA及R型的稉稻細胞質雄不稔系，數年來已育成，並進行其恢復基因之篩檢。惟多年來其檢

交$F_1$最高的稔實率只有50%左右，且其檢交$F_1$稔實率較高的父本多爲秈型，至今皆未能找到對稉稻細胞質雄不稔系，具有恢復能力之恢復系。國外之報告[1,5,22,24] 亦指出，有許多秈稻的品種（系）具有稔性恢復基因，而稉稻卻未發現優良的恢復系。由本試驗得知，雖然某些秈稻品系與正常細胞質的臺農67號（母本）雜交，其$F_1$的稔實率顯現正常，但與細胞質雄不稔的臺農67號雜交，其雜種$F_1$的稔實率卻低於50%。因此，欲育成稉稻雜種品種，無法直接利用秈型恢復系，必須另行設法。由本試驗之稉型雄不稔系與秈型恢復系之雜種$F_2$稔實率（表６）得知，$F_2$單株之稔實率超過80%的有2.4～9.5%，超過70%的有 7.9～21.1%。這些材料可能是未來稉稻雜種品種之恢復系的基本材料，本所正採用自交與回交並行的育種方式，積極地將秈稻的稔性恢復基因引入稉稻品種進行選育。民國76年第一期作，田間已栽培這些後裔之$F_4$及$BC_2$材料，期望不久能育出稉稻細胞質雄不稔性之恢復系。

由本試驗之結果，相同細胞質的不稔系，因爲細胞核不同，或具有同一來源的細胞核，而細胞質不同的不稔系，它們與同一恢復系雜交的結果，其後裔的表現型有明顯的不同（表４、表５、表６），顯示細胞質雄不稔性與恢復基因間的關係極爲複雜，以目前所得到之訊息，尙未能周詳地銓釋這些現象，尙待進行系統性的研究分析。

## 參　考　文　獻

1.許東暉、洪信雄、鄧耀宗、黃眞生・1969・水稻雜種優勢之研究。（１）水稻品種間雜種第一代優勢之初步測定。農業研究18(3)：１—17。

2.黃眞生、陳正昌等・1984・秈稻品種區域試驗。七十二年稻作改良年報。pp. 150-155. 臺灣省政府農林廳。

3.黃眞生、曾東海、陳治官・1987・秈稻細胞雄質不稔性恢復基因之遺傳分析。中華農業研究。36(2)：137—150

4.曾東海、黃眞生・1987・雜種水稻的產量與組合力。中華農業研究。36(2)：151—164

5.趙傳纓・1953・細胞質雄不稔性在作物育種上的應用。臺灣農林11：15—17。

6. Athwal, D. S., and S. S. Virmani. 1972. Cytoplasmic male sterility and hybrid breeding in rice. PP. 615-620 (in) Rice Breeding. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines

7. Cai, F. G., and Y. X. Wang. 1983. Genetic regulation of male sterility restorer gene in rice cytoplasm. Shanghai Agi. Sci. and Tech. 3 : 10-12 (Abstract) Plant Breeding Abstracts 1984. Vol. 54 : 1004.

8. Carnahan, H. L., J. R. Erickson, S. T. Tseng, and J. N. Rutger. 1972. Outlook for hybrid rice in the USA. PP. 603-607. (in) Rice Breeding. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.

9. Chaudhury, R. C., S. S. Virmani, and G. S. Khush. 1981. Patterns of pollen abortion in some cytoplasmic-genetic male sterile of rice. Oryza. 18 : 140-142.

10. Fang, C. N., X. Z. Lo, S. F. Wang and Y. G. Zhu, 1982. Advances in the study of hybrid rice in China. Agr. Sinica. 5 : 1-9. (Abstract) Rice Abstracts (1983) 6 : 2019.

11. Fu, O. 1985. Studies on the inheritance of restorer genes for wild-abortive cytoplasmic sterility in cre (*Oryza sativa* subsp. hsien ting). Fujian Nongxueyan Xuebao. 14(3) : 194-202 (Abstract) Plant Breeding Abstracts 1986. Vol. 56 : 10649.

12. Govinda Raj K., A. R. Sadanada, and E. A. Siddiq. 1984. Isolation of maintainers and restorers for Chinese male-sterile lines. IRRN. 9(2) : 7-8.

13. Govinda Raj K., and E. A. Siddiq. 1984. Genetics of fertility restoration and biochemical basis of male sterility-fertility restoration system in rice. Rice Genetics Newsletter. Vol. 1 : 103-104.

14. Huang, C. S., R. H. Buu, and C. C. Chen. 1984. Hybrid variety of Indica rice and its yield potential Jour. Agric. Res. China. 33(1) : 1-11.

15. Huang C. S., T. H. Tseng, and C. Liu. 1986. Inheritance of fertility restoration of cytoplasmic male sterility in Indica rice. Rice Genetics. Proceedings of the International Rice Genetics Symposium 27-31 May 1985 IRRI, Manila, Philippines.
16. International Rice Research Institute. 1981. 1982. 1984. Annual Reports for 1980. 1981. 1983. IRRI. Los. Banos, Philippines.
17. Lei, J. C., N. S. Yiu, and X. P. Zhun. 1984. Genetic analysis in breeding maintainer lines of wild abortive-type male sterility in rice. Sci. Agr. Sinica. 5 : 30-34. (Abstract) plant Breeding Abstracts 1984. Vol. 54 : 1790.
18. Li, Y. C. 1985. Pedigree analysis of the inheritance of restorer genes in IR24. Sci. Agr. Sinica 1 : 24-31 (Abstract) Rice Abstracts 1985. Vol. 10 : 1722.
19. Lin, S. C., and L. P. Yuan. 1980. Hybrid rice breeding in China. (in) Innovative Approaches to Rice Breeding. PP. 35-51. International Rice Research Institute. Los. Banos, Philippines.
20. Liu, C. L. 1982. Studies of the effects of high and low temperatures on the fertility of hybrid rice. Hubei Agricultural Science. 10 : 1-6 (Abstract) Plant Breeding Abstracts 1983. 53(12) : 9473.
21. Mohanty, P. L., and N. P. Sarma. 1983. Fertility restorers for cytosterile stocks. IRRN. 8(2) : 3-4.
22. Murayama, S. 1973. The Basic studies on utilization of hybrid vigor in rice. I. The degree of heterosis and its phenomenon. Japan J. Breed. 23(1) : 22-26. (in Japanese with English summary).
23. Rutger, J. N., and C. Shinjyo. 1980. Male sterility in rice and its potential use in breeding. pp. 53-66. (in) Innovative Approaches to Rice Breeding. International Rice Research Institute. Los. Banos, Philippines.
24. Shinjyo, C. and T. Omura. 1966. Cytoplasmic-genetic male sterility in cultivrted rice, *Oryza sative* L. I. Fertilities of $F_1$, $F_2$ and offspring obtained from their mutual reciprocal back croses and segregation of complety male sterile plants. Jap. J. Breed 16 (separate 1) : 179-180 (in Japanese).
25. Shinjyo C. 1984. Cytoplasmic male sterility and fertility restoration in rice having genome A. Japan Sci. Soc. Press. pp. 321-338.
26. Stansel, J. W., and J. P. Craigmiles. 1966. Hybrid rice--Problems and potentials. Rice Jour. 69(5) : 14-15.
27. Swaminathan, M. S., E. A. Siddiq, and S. D. Sharma. 1982. Outlook for hybrid rice in Indica. pp. 609-613. (in) Rice Breeding. International Rice Research Institute. Los. Banos, Philippines.
28. Virmani, S. S., R. C. Aquino, and G. S. Khush. 1982. Heterosis breeding in rice (*Oryza sativa* L. ) Theor. and Applied Genetics 63(4) : 373-380.
29. Virmani S. S., and R. C. Dolores Dalmacio. 1987. Cytogenic relationship between two cytoplasmic male-sterile lines. IRRN. 12(1) : 14.
30. Yang, R. C., and Lu, H. R. 1984. Preliminary analysis of restorer genes in the rice restorer line IR24. Acta Agr. Sinica 10(2) : 81-86 (Abstract) Rice Abstracts 1985 Vol. 10 : 1723.
31. Yokoo M. 1984. Female sterility in a Indica-Japonica cross of rice. Japan. J. Breed. 34 : 219-277. ( in Japanese with English summary)
32. Young J. B., and S. S. Virmani. 1984. Inheritance of fertility restoration in a rice cross. Rice Genetics Newsletter. Vol. 1 : 102-103.
33. Zhou, T. L. 1984. Study on heritability of fertility in hybrid rice. Fujian Nongye Keji. 6 : 2-4. (Abstract) Plant Breeding Abstracts 1986. Vol. 56 : 326.

# Studies on the Fertility Restoration of Cytoplasmic Male Sterility in Rice[1]

T. H. Tseng and C. S. Huang[2]

## Summary

This papper reports the results of a screen test for fertility restorers (Rf) and a study on some factors affecting the degree of fertility restoration in cytoplasmic male sterile rice (CMS). A total of 89 Rf-lines that restored the fertility of WA-type CMS were obtained, including 22 disease-insect resistant and cold tolerant lines. Five no-Rf lines resistant to disease and insect were used as the recurrent parents for developing new CMS lines. The seedsets of the $F_1$'s involving 3 Rf-lines and 8 CMS's indicated that the degree of fertility restoration could differ according to the nucleuses of CMS lines even though the cytoplasm and Rf-lines were the same, or it could also differ according to the cytoplasms when the nucleus and Rf-line were the same. Tainung Sen Yuh 121 was a promising fertility restorer and Zhen-shan 97A a promising CMS. The Indica restorers restored completely the fertility of Indica CMS lines but restored at most only to 40%—60% that of the Japonica CMSs. A genetic study on the seedsets of 5 $F_2$'s between Japonica CMSs and Indica Rf-lines seemed to suggest that a Rf-system with one pair of genes in addition to other genes related with the hybrid sterility were involved.

1. Contribution No. 1401 from the Taiwan Agricultural Research Institute (TARI).
2. Respectively, Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taiwan, 41301, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(2)：127～133（1988）

# 利用鏈刀式割草機改進大面積水稻再生栽培技術研究[1]

賴吉雄　楊清祥　陳志昇　劉大江[2]

**摘要**　採用臺農67號與臺農70號水稻品種為材料，於一期作收穫後續行宿根栽培，探討大型鏈刀式割草機應用於再生稻栽培的可行性，以及不可割蘗與稻草覆蓋等處理方式對再生稻生長與產量的影響，同時進行大面積操作試驗與經濟效益分析，以期建立水稻宿根栽培技術與完整之機械作業體系。試驗結果摘要如下：

1.初步測試以曳引機附掛鏈刀式割草機取代背負式割草機從事再生芽割樁處理，結果每公頃所需時間平均為1.38小時，較背負式割草機所需之17.20小時快達12.43倍。

2.上項曳引機附掛鏈刀式割草機從事再生芽割樁處理，理論工作量為每小時1.14公頃，但實際工作量平均為每小時0.72公頃，機器實際工作效率平均僅63%，其原因除已知受田面泥濘影響外，其他左右因素有待檢討。

3.在方法比較試驗方面，初步結果發現水稻臺農67號產量以稻草田面敷蓋配合鏈刀式割草機割樁處理為最優，臺農70號以田面不敷蓋配合背負式割草機割樁處理之產量最高，品種間表現迥異，且處理間比較，差異多未達顯著水準，推測與一期作收穫期前後及稻樁處理前後連續陰雨，試驗田區較大而田面條件不一有關，如何克服因天候導致之困難，為一待探討的問題。

4.大面積操作試區之再生稻平均公頃產量為臺農67號3,887公斤，較移植對照區減產13.9%，臺農70號為4,135公斤，較移植區減產0.5%。栽培方法試驗區產量為移植對照區之69.2—84.8%（臺農67號）及87.2—93.1%（臺農 70 號），因小區內機械迴轉頻繁，使稻樁損傷嚴重，影響試驗成績；此可由大面積操作試驗產量均較方法比較試驗田相同處理者為高得到印證。

5.經濟效益分析顯示第二期作宿根栽培可大幅降低生產成本，栽培臺農67號之收益可增加37%，臺農70號可增加78%。但就全年（一期作移植，二期作宿根）而言，使用臺農67號較臺農70號之收益增加9.5%。

水稻再生栽培具有省工及降低生產成本等優點，頗受國內外之重視[5,10,12,13,14]，在國內經花蓮、桃園與臺中區農業改良場多年試驗，已有相當成果，且具推廣價值[1,2]，臺灣省政府農林廳並曾編印推廣手册[4]，轉移本項技術供農民應用。

再生芽之處理為水稻再生栽培之必要措施，對再生稻之生育與產量具有絕對的影響[1,12,15]再生之能力除受因品種而有異[9]外，在有關生理方面，亦經證明與前作植株收穫時莖基部之碳水化合物含

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1402號。本計畫承行政院農業委員會補助（77農建—7.1—糧—18），謹致謝意。

2.本所農場管理室副研究員兼主任、助理、助理與農藝系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

量有密切關係[2,10]；但在實際栽培方法方面，則較為缺少已發表之試驗報告可為依據。

以往本省推荐之再生處理方式係以背負式割草機從事稻樁處理，由於係以使用人工，速度不快，工作亦極為耗力；因其率效較低，對於此一技術之推廣不無影響[1]。本所曾設計發展鍾刀式割草機一種，係附掛於曳引機操作，初步試驗於水稻再生處理，具有極高之效率，因而擬具試驗，配合其他田間管理方式，探討最適宜之再生栽培方法，以期能突破技術瓶頸，加强再生稻之推廣。

## 材料與方法

本試驗均採用臺農67號與臺農70號兩品種為材料，於76年第一、二期作於臺灣省農業試驗所農場進行。試驗分栽培方法與大面積操作兩部份分別執行。

在栽培方法比較試驗方面，係採用裂區設計，重複四次，以品種為主區，前作收穫稻草覆蓋與否為副區，使用背負式或鍾刀式割草機行再生處理為小區。小區之行長為12公尺，12行區，面積為43.2平方公尺。

大面積操作試區之臺農67號品種設試驗田1.42公頃，臺農70號設0.53公頃，於第一期作收穫作業時同時切碎稻草覆蓋田面，並以鍾刀式割草機行稻樁再生處理。

第一期作水稻係於76年1月19日育苗，2月13日以機插移植，行株距為30×15公分，有關除草、福壽螺與病蟲害防治及施肥等依慣行法為之。另在齊穗期及黃熟期各增施氮肥每公頃15公斤，以促進再生芽之發生。第一期作水稻原定於6月20日收穫，但因連續降雨，尤以6月19日之降雨量高達95.3公釐，被迫延至6月29日與7月1日勉强收穫，不利於試驗之進行。

第二期作之再生稻原定於7月初實施藥劑除草及福壽螺防治，但因洪水沖毀水圳，導致嚴重缺水而無法進行。再生稻田於7月14日第一次施肥（即宿根基肥，施用臺肥39號肥料合每公頃320公斤）後原應於次日即進行再生芽割蘖處理，亦再度受阻於連續降雨，遲至7月20日冒雨進行，因田面濕軟，極為不利，其後於8月10日與20日及9月9日（穗肥）各施追肥一次，每次施用量均為每公頃硫酸錏160公斤；11月16日收穫。第二期作之移植對照區則係於7月22日移植，11月20日收穫。

本試驗所使用之曳引機附掛鍾刀式割草機依割草機切割機構分類屬連枷型（flail type），係由本所依據迴轉犁作業原理設計，於74年首次試製寬度1.5公尺機械一部，原係用於果園及農路割草，嗣經發現可用於水稻及高粱再生芽處理。本次試驗係以2公尺寬機械作業，該機構造與迴轉犁相似，主要係將迴轉犁之耕耘刀更改為鍾刀，其主軸直徑114公釐，長2公尺，上設四排鍾刀座，每排有11個副座，各設左右張開之活動鍾刀二把，鍾刀末端距主軸140公釐，作業時以曳引機之PTO驅動上下迴轉，迴轉速為1,400—1,430rpm。

## 結果與討論

第一、二期作以一般移植法栽培臺農67號與臺農70號，兩期作產量及部份農藝性狀之比較列於表1；株高及每株（hill）穗數方面，均以第一期作為優；臺農67號一期作之一穗穎花數亦高於二期作，但臺農70號則未顯示期作性之差異。第二期作之結實率均高於一期作，可能係受降雨影響之結果[4]；本試驗所得千粒重均高，其中臺農67號品種第一、二期作分別為25.2及26.1g，臺農70號為27.3與25.8g，品種內差異均達顯著水準。臺農67號第一期作之稻穀產量最高，每平方公尺達667g，二期作為451g，減產33%；臺農70號一、二期作產量分為571與416g，期作性之產量差距為27%，略低於臺農67號。

探討不同栽培方法對再生水稻農藝與產量性狀的影響試驗因係採用完整之裂區設計，可於品種及栽培處理間進行較詳細之比較，試驗結果摘述於表2。第二期作再生稻之株高以臺農70號高於臺農67號，覆草與否及使用背負式或鍾刀式割草機對株高之影響並不明顯。在每株穗數方面，亦未見明顯之

表1. 臺農67號與臺農70號水稻移植栽培第一、二期作農藝與產量性狀比較

| 品種 | 期作 | 株高(cm) | 每株穗數 | 每穗穎花數 | 結實率(%) | 千粒重(g) | 穀粒產量(g/m²) | 稻稈收量(g/m²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 臺農67號 | 一 | 102.0 a* | 23.8 a | 110.4 a | 79.8 b | 25.2 b | 667 a | 648 a |
| | 二 | 94.0 b | 15.6 b | 95.1 b | 84.6 a | 26.1 a | 451 b | 381 b |
| 臺農70號 | 一 | 105.1 a | 20.5 a | 99.7 a | 79.3 b | 27.3 a | 571 a | 608 a |
| | 二 | 98.5 b | 16.7 b | 91.7 a | 84.6 a | 25.8 b | 416 b | 424 b |

*同一品種期作間比較，性狀平均值所附英文字母相同者係經鄧肯氏多變域測定差異不顯著（P＝0.05）。

表2. 不同栽培方法對臺農67號與臺農70號再生水稻農藝與產量性狀之影響

| 品種 | 覆草處理 | 稻樁處理 | 株高(cm) | 每株穗數 | 每穗穎花數 | 結實率(%) | 千粒重(g) | 穀粒產量(g/m²) | 稻稈收量(g/m²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 臺農六十七號 | 覆草 | 鍾刀式割草機處理 | 95.6 bc | 9.9 c | 88.6 a | 70.7 bc | 25.31 a | 383 ab | 491 ab |
| | | 背負式割草機處理 | 93.2 c | 13.9 abc | 84.8 a | 71.6 abc | 24.45 a | 365 ab | 551 a |
| | | 不處理 | 93.6 bc | 12.5 abc | 97.4 a | 65.9 c | 24.79 a | 346 ab | 490 ab |
| | 不覆草 | 鍾刀式割草機處理 | 94.5 bc | 10.7 bc | 83.3 a | 67.3 c | 24.56 a | 313 b | 484 ab |
| | | 背負式割草機處理 | 95.5 bc | 12.9 abc | 80.7 a | 72.7 abc | 24.77 a | 313 b | 483 ab |
| | | 不處理 | 93.9 bc | 14.5 abc | 74.1 a | 67.1 c | 24.34 a | 342 ab | 527 ab |
| 臺農七十號 | 覆草 | 鍾刀式割草機處理 | 102.6 ab | 16.9 a | 84.2 a | 75.2 ab | 26.55 a | 380 ab | 414 ab |
| | | 背負式割草機處理 | 106.9 a | 17.3 a | 79.4 a | 75.1 ab | 26.24 a | 372 ab | 456 ab |
| | | 不處理 | 108.5 a | 16.6 a | 85.8 a | 75.1 ab | 25.57 a | 389 ab | 493 ab |
| | 不覆草 | 鍾刀式割草機處理 | 105.3 a | 15.8 a | 83.2 a | 77.3 ab | 26.93 a | 381 ab | 417 ab |
| | | 背負式割草機處理 | 109.5 a | 16.3 a | 91.9 a | 75.2 ab | 26.64 a | 435 a | 483 ab |
| | | 不處理 | 107.2 a | 15.0 ab | 94.1 a | 78.0 a | 26.47 a | 363 ab | 387 b |

*同一直列平均值所附英文字母相同者係經鄧肯氏多變域測定差異不顯著（P＝0.05）

處理效應，臺農70號雖有多於臺農67號的趨向，如前者一株穗數介於15.5至 17.3之間，後者爲9.9至14.5但在多數處理間之差異並未達顯著水準，且品種內完全未顯示栽培及割蘗處理效果。各品種及處理之每穗穎花數與千粒重相近，一穗穎花數爲79.4至97.4，千粒重爲 24.45—26.93g；結實率則以臺農70號較高，但處理效果並不明顯。稻穀產量與前述各項性狀表現相同，差異甚小，僅以臺農70號不覆草及背負式割草機之產量顯著較臺農67號不覆草之兩個割蘗處理爲高。

表 2 資料中在絕大多數性狀間均未能顯現處理間差異，但部份性狀內之變域頗大，亦即重複間具有較大之變異，推究原因，可能爲第一期作生育後期及再生處理時連續降雨，惡劣之環境因子及未能及時作業影響試驗；此外，第一期作收穫後遺留田間之稻穀因受降雨及未能及時施用殺草劑之影響而發芽成長，又由於本試驗所有工作項目均採用大面積栽培，無法一一去除，亦爲未能表現處理差異的可能原因，例如表 2 中「不處理」之稻穀產量與經割蘗處理者相近，應即爲上述因子作用之結果。唯由本試驗資料仍可得知品種間之表現有異，且在試驗條件內，使用鍾刀式割草機與背負式割草機獲致相近的再生處理效果，顯示具有相當之可行性，可供爲今後實際應用的參考。

第二期作再生栽培方法試驗與移植栽培之稻穀產量比較列於表 3；就臺農67號而言，產量爲每公頃3,125—3,826公斤，處理間之差異不顯著（參考表 2），且較移植栽培者低產15.2—30.8%，以鍾刀式割草機處理之效果不遜於背負式割草機處理。臺農70號之再生產量介於3,626至4,342公斤，除不覆草及背負式割草機處理之產量較移植者高4.5%外，其餘處理之低產幅度爲6.9—12.8%，唯各處理間之差異亦未達顯著水準。本試驗進行期間雖因連續降雨，影響作業，不利再生稻栽培，唯稻穀產量仍高於部份國外報告，如 Bahar and De Datta [5] 以六個秈稻品種試驗，再生產量爲每公頃 0.7—

表3. 不同栽培方法再生稻產量與移植水稻產量（kg/ha）之比較*

| 覆草處理 | 稻樁處理 | 臺農 67 號 | | 臺農 70 號 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 再生產量 | 與移植稻比較 | 再生產量 | 與移植稻比較 |
| 覆草 | 錘刀式割草機處理 | 3,826 | − 687(−15.2%) | 3,796 | −361(− 8.7%) |
| | 背負式割草機處理 | 3,648 | − 865(−19.2%) | 3,718 | −439(−10.6%) |
| | 不處理 | 3,456 | −1,057(−23.4%) | 3,889 | −268(− 6.9%) |
| 不覆草 | 錘刀式割草機處理 | 3,125 | −1,338(−30.8%) | 3,807 | −350(− 8.4%) |
| | 背負式割草機處理 | 3,129 | −1,384(−30.7%) | 4,342 | +185(+ 4.5%) |
| | 不處理 | 3,419 | −1,092(−24.2%) | 3,626 | −531(− 12.8% |
| 覆草** | 錘刀式割草機處理 | 3,887 | − 626(−13.9%) | 4,135 | − 22(− 0.5%) |

*臺農67號二期作移植水稻產量爲4,513kg/ha，臺農70號爲 4,157kg/ha。

**大面積栽培試驗。

2.1噸，僅爲移植對照之 18—48%；；IRRI [12,13,14] 所報告之產量亦多在每公頃2噸以下；推測原因，低產之最大可能爲品種不適宜及處理方式未見理想，如 IRRI [12] 報告每公頃施用氮素60公斤可獲得最高之再生稻產量，而本省之試驗則認爲第一期作收穫後應多施氮肥最爲適宜 [1,3] 。

本試驗之大面積栽培產量表現亦列於表3，其中臺農67號之稻穀產量爲每公頃 3,887公斤，比移植區低產13.9%；臺農70號產量爲每公頃4,135公斤，比移植區低產0.5%。在曳引機附掛錘刀式割草機處理稻樁方法比較試驗之小試區內，產量多不如大面積試作處理（表2與表3），其原因係機械迴轉頻繁，使稻樁損傷嚴重，影響此一操作方式在小區內之試驗成績；此可由大面積操作試驗產量均較方法比較試驗田相同處理者爲高得到印證。

綜合表3之資料，除明瞭錘刀式割草機之應用性外，亦顯示臺農70號臺農67號可能更適於再生栽培。再生能力被視爲品種特性之一 [14] ，臺農 67號即爲一適於再生栽培之品種，但仍受栽培環境影響 [3] ；臺農70號爲一新育成品種，目前對其再生栽培之適應性尙缺少充份瞭解 ，但因產量高而穩定，一般而言應具有高光合成與累積碳水化合物能力 [7,8,16] 且可能有充份之碳水化合物累積於莖基 [15] ，有助於再生芽或分蘖之發生 [2,6,10] ，因此可能爲一適宜再生栽培之品種。

本所發展之曳引機附掛錘刀式割草機用於處理再生水稻之性能與效率資料示於表4。本試驗中共處理三塊梯形或長方形之田區，面積介於5,300至7,800平方公尺，實際作業時間48至65分鐘，平均每小時作業面積爲7,168平方公尺，與理論之工作量（每小時 11,367平方公尺）比較，其平均工作效率爲63%。上述資料顯示，利用錘刀式割草機行水稻再生處理，每公頃所需時間在 1.5小時以下，且有再予改進之可能。另一方面又曾以背負式割草機進行小面積再生處理，以爲比較（表4）；初步資料顯示每小時之工作量不及600平方公尺，每公頃需時高達 17.2小時，爲使用錘刀式割草機之12倍左右。上述結果顯示如能對錘刀式割草機之應用詳加試驗探討，並做必要改良，對提高再生稻栽培效率及降低生產成本有極大助益，在必要時亦將有利於水稻再生栽培之推廣。

水稻再生栽培主要目的之一爲降低生產成本，依據蘇與劉 [3] 在花蓮地區的報告，再生稻因不必整地、播種及插秧所節省的費用，每公頃爲 16,500 元左右，而其經濟效益分析則顯示，實際收益每公頃可增加 23,850至29,002 元，視地區及品種而異，與一般移植之對照比較，增幅爲 77.9—171.2%。本試驗亦曾對生產效益加以分析，再生栽培因可免除秧苗、整地、插秧工資及因未行雜草其福壽螺防治，每公頃估計可節省成本17,780元，但需增加錘刀割藥費用 500元，合計降低成本每公頃 17,

表4. 曳引機附掛鍾刀式割草機處理再生水稻之性能與效率*

| 項目 | 田區 I | 田區 II | 田區 III | 平均 |
|---|---|---|---|---|
| 地形 | 梯形 | 梯形 | 長方形 | |
| 處理面積（$m^2$） | 7,800 | 6,400 | 5,300 | |
| 處理時間（min） | 65 | 50 | 48 | |
| 行車速度（m/sec） | 1.58 | 1.58 | 1.58 | |
| 每公頃處理時間（min） | 83.3 | 78.1 | 90.6 | 84.0 |
| 實際工作量（$m^2$/hr） | 7,200 | 7,680 | 6,625 | 7,168 |
| 理論工作量（$m^2$/hr） | 11,376 | 11,376 | 11,376 | 11,376 |
| 實際工作效率（%） | 63.39 | 67.51 | 58.24 | 63.01 |

*以背負式動力割草機行割蘖處理，83.4$m^2$需時8分鐘，換算每小時工作量 648$m^2$，每日工作8小時計考處理5,184$m^2$；又於1,038.6$m^2$面積試驗，耗時107分鐘，換算每小時工作量爲 581.4$m^2$，每日可處理 4,651$m^2$，而每公頃需時17.2小時。

280元。配合稻穀產量計算，二期作臺農67號品種採行再生栽培之粗收益爲每公頃 35,908元，臺農70號爲38,884元，與一般移植栽培比較，收益增幅爲37%（臺農67號）及78%（臺農70號），雖較蘇與劉[3]報告之收益爲低，但仍顯現極大之經濟效益。如以全年之收益而言，第一期作採移植栽培而第二期作採再生栽培，則因臺農67號品種在一期作之產量較高，全年收益仍超越臺農70號9.5%。

表5. 一、二期作移植栽培與二期作再生栽培（鍾刀式割草機作業）水稻生產效益比較

| 期作 | 生產價值*（元\公頃） | | 生產成本（元\公頃） | | 收益（元\公頃） | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 臺農67號 | 臺農70號 | 臺農67號 | 臺農70號 | 臺農67號 | 臺農70號 |
| 一期作移植栽培 | 92,300 | 80,780 | 40,312** | 40,312 | 51,988 | 40,468 |
| 二期作移植栽培 | 66,542 | 62,180 | 40.312** | 40,312 | 26,140 | 21,868 |
| 二期作再生栽培 | 58,940 | 61,916 | 23,032*** | 23,032 | 35,908 | 38,884 |

*稻穀價格：970公斤按計畫收購價格每公斤18.8元，1,500公斤按餘糧收購價格每公斤15.8元，其餘按市價每公斤12元計算。

**生產成本按中部地區一般代耕平均值計算，移值栽培每公頃40,312元：

1.秧苗每箱21元（成本18元＋搬運工資3元）×每公頃260箱＝5,460元。

2.水田整地每公頃7,000元。

3.機械插秧工資每公頃4,000元。

4.雜草防治藥劑：馬上除600元（60元×10）；福壽螺防治：三苯醋錫 720元（180元×4）；病蟲害防治：鐵甲砷酸銨70元，撲滅松540元（270元×2），加富米農 2,320元（290元×8），雙滅必蝨390元（195元×2），維力黴素340元（170元×2），病蟲害防治工資2,800元（1,400元×2次）。合計7,760元。

5.肥料費：臺肥39號2,768元（346元×8），硫酸銨2,304元（192元×12）。合計5,072元。

6.收穫工資：每公頃6,000元，烘乾費用每公頃5,000元。合計11,000元。

7.灌排管理等家工工資及稅金等未計入生產成本。

***再生栽培生產成本每公頃23,032元係由移植成本減除秧苗、整地、插秧工資及雜草與福壽螺防治費用，另加鍾刀割蘖費用每公頃500元而得。施用殺草劑、防治福壽螺、灌排管理等家工工資及稅金等未計入生產成本。

綜合本試驗之執行結果，雖因連續降雨致使第一期作收穫及再生作割蘗處理時間大幅延後，嚴重影響栽培結果，但再生稻產量仍達移植栽培產量之 69.2—104.5%，尚稱理想；且較大型之鏈刀式割草機於不利田間條件下作業，再生稻產量表現不遜於人工背負式割草機之表現，兼以可大幅減少割蘗時間，提高效率達12倍，極有助於降低生產成本，實有對其應用性及方法做進一步仔細評估之價值。鏈刀式割草機除可使用於水稻外，依據本所未發表試驗結果，對再生高粱栽培亦有極佳效果。本所除修正試驗方法，繼續對再生水稻進行研究外，並將擴大試用於農場大面積水稻栽培，以減少第一、二期作之間人力調配困難，同時可收學習與累積經驗之效益，預期對使用鏈刀式割草機謀求提高作物栽培效率方面，可以提供更多的應用資料。

## 引用文獻


1. 侯福分・1984・再生稻栽培法之研究及展望。科學農業32：27—33。
2. 劉瑋婷、蘇昌吉、魏夢麗、劉大江・1985・碳水化合物濃度對水稻再生能力之影響。花蓮區農業改良場彙報 1：31—37。
3. 蘇昌吉、劉瑋婷・1985・水稻再生栽培生產力之探討與其經濟效益之評估。花蓮區農業改良場彙報 1：17—30。
4. 臺灣省政府農林廳・1984・水稻再生栽培技術。臺灣省南投縣。
5. Bahar, F. A. and S. K. De Datta. 1977. Prospects of increasing tropical rice production through ratooning. Agron. J. 69 : 536-540.
6. Chatterton, N. J., G. E. Carlson, R. H. Hart and W. E. Hungerford. 1974. Tillering, nonstructural carbohydrates and survival relatisonships in alfalfa. Crop Sci. 14 : 783-787.
7. Chen, C. S., D. D. Huang, M. C. Shen and D. J. Liu. 1980. Carbohydrate, N, P and K status of developing rice (Oryza sativa L.) plants grown in the first and second crop seasons. J. Agri. Res. China 29 : 81-92.
8. Ichii, M. 1982. The effect of light and temperature on rice plant ratoons. Japan J. Crop Sci. 51 : 281-286.
9. Ichii, M. and H. Kuwada. 1981. Application of ratoon to a test of agronomic characters in rice breeding. I. Variation in ratoon ability and its relation to agronomic characters of mother plant. Japan J. Breed. 31 : 273-278.
10. Ichii, M. and Y. Sumi. 1983. Effect of food reserves on the ratoon growth of rice plant. Japan J. Crop Sci. 52 : 15-21.
11. Ichii, M. and Y. Iwamoto. 1983. Effect of macronutrients and time of top dressing on rice plant ratoons. Japan J. Crop Sci. 52 : 468-474.
12. International Rice Research Institute. 1975. Annual report for 1974. pp. 294-296. Los Banos, Philippines.
13. International Rice Research Institute. 1978. Annual report for 1977. pp. 373-374. Los Banos. Philippines.
14. International Rice Research Institute. 1979. Annual report for 1978. pp. 457-458. Los Banos, Philippines.
15. Wei, M. L., Y. C. Kuo and D. J. Liu. 1982. Physiological studies of rice tilllers. I. Partition of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates during grain-filling. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(A) 6 : 190-196.
16. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

# Improvement of Rice Ratoon Culture by the Utilization of Flail-Type Mower[1]

C. H. Lai, C. H. Yang, C. S. Chen and D. J. Liu[2]


## Summary

Rice varieties Tainung Nos. 67 and 70 were used to study the possibility of increasing ratoon culture efficiency by the utilization of flail-type mower attached to a tractor developed by this Institute. Comparison in yield performances and cost analysis was also made between the ratoon-cultured and transplanted rice in the second crop season.

Results of large-scale test (with area between 0.5 to 1.5 ha) indicated that average time needed for ratoon operation was 1.38 hr/ha. which was 12.43 times shorter than the 17.20 hr needed for the conventional shoulder-carried mower operation. Theoretical working capacity of the flail-type mower was estimated to be 1.14 ha/hr. However, actual working capacity was only 0.72 ha/hr. or 63% of the theoretical value. Field condition was considered as one of the major causes in affecting the efficiency.

Experimental results failed to reveal any significant effect of covering the field with straw from the preceding crop. which might be attributed to the influences of continuous rain fall during the maturity stage of the preceding crop and the delayed ratoon operation of the following crop. The resulted unsatisfactory field condition due to excess moisture was considered as another possible cause. Yield difference between operations of the two types of mower was also not observed. It was suggested that effect of utilizing flail-type mower for ratoon rice culture was at least comparable to that with shoulder-carried mower.

Large-scale experiment with flail-type mower showed that grain yield of Tainung 67 was 3,887 kg/ha which was 13.9% lower than the yield from conventional transplanting practice. Yield of Tainung 70 was 4,135 kg/ha, or 0.5% lower than that of the transplanted rice. Results of cost analysis revealed production cost could be reduced significantly by the utilization of flail type mower in ratoon culture. Increases of return of profit were estimated to be 37% and 78%, respectively, for Tainung 67 and Tainung 70 varieties as compared to that of teansplanting culture.


---

1. Contribution No. 1402 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was support by a grant from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.

2. Respectively, agronomist and head, and research assistants, Office of Farm Management, and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien , Taiwan 41301, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）37(2)：134～141（1988）

# 楊桃新品系試植觀察試驗[1]

王　武　彰[2]

**摘要**　本試驗供試楊桃新選育品系爲鳳山熱帶園藝試驗分所利用現有優良品系混合雜交育種選育而得之優良實生單株62—02，62—03，63—01，64—01等四種並與產地主要栽培品種二林種做比較，於全省四處主要產地試植。所得結果，植株生育方面，種植初期由於不同地區及管理方法而產生生長勢差異，然品系間未達差異顯著。平均果重却以63—01爲最高，達309.0公克至355.0公克，而對照二林種僅達208.7公克至289.2公克。品質仍以63—01爲優，其糖度達8.6度，果稔厚爲2.5公分，枸橼酸含量爲0.27%，固形物含量僅佔9.23%。果實貯藏後水分消失率十日在5.19%至8.40%，而二林種達 7.76%至12.10%，顯示爲佳。抗病力也較强，除此之外63—01其枝條呈軟性，果柄較長平均達4.86公分，果端鈍形，形狀美觀，風味清香，具備優良品系特性，爲供試品系中最佳者。具有推廣價值。

關鍵詞：楊桃、新品系、試植、產量、品質

楊桃又名羊桃，五斂子，五稜子，屬酢醬草科，常綠性灌木，產地分佈熱帶及亞熱帶地區，本省栽培歷史已久，目前成爲重要經濟果樹之一。楊桃果實美味可口，清涼芳香，產期長，產量又高，其生產適本省水果最稀少之季節，果農利潤優厚，以致栽培面積由民國六十年之 316 公頃急速增加至民國七十五年之 3,000公頃以上。對農村經濟影響甚大。楊桃以往栽培品種僅限酸味種，甜味種因果實小，產量低，品質又劣，經濟價值低，以致栽培甚少。近年來由於實生變異產生許多新品種再加上栽培技術逐步改進而以生食爲主，然而生食品種因產量不甚穩定，爲促使合乎生產者與消費者需要，品種改良工作仍有待加强。

鳳山熱帶園藝試驗分所有鑑於此，早年即著手育種，除由產地選拔實生變異品種外並進行優良品系混植雜交育種，經多年之研究，初步選出四個優良品系，即62—02，62—03，63—01及64—01等四個新品系，爲澈底瞭解此四個新選育品系於全省不同氣候環境及土壤條件下之適應性，以便選出產量高，品質優之優良實生新品系，改良現有品種缺失，推廣果農種植，而進行本試驗。

## 材料及方法

（一）材料

本試驗供試楊桃新品系爲鳳山熱帶園藝試驗分所，早年利用二林種，蜜絲種，歪尾種等現有優良品種混植一小區，利用品種間自然授粉，待果實採收後選拔果實大，形狀完整之果粒採收種子培育而出選得之優良實生單株62—02，62—03，63—01，64—01等四個新品系，並與現有產地優良品種二林種進行比較。

---

1．臺灣省農業試驗所　研究報告第 1403 號。本計畫爲中央加强農村建設補助計畫76農建—81—糧—40（2—6）經費補助，謹此致謝。

2．本所鳳山熱帶園藝試驗分所　助理。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

楊桃新選育品系育成過程及年代表

| 父母本混植 | | 果實選拔 | |
|---|---|---|---|
| 二林種<br>蜜絲種<br>歪尾種 | →混合雜交→ | 二林種 | →實生選拔→63—01 |
| | | 蜜絲種 | →實生選拔→62—02<br>64—01 |
| | | 歪尾種 | →實生選拔→62—03 |

(二) 方法

楊桃新選育品系62—02，62—03，63—01，64—01等四種新品系，分別在全省楊桃主產地屏東縣里港鄉，臺南縣楠西鄉，彰化縣員林鎮，苗栗縣卓蘭鎮等四個不同氣候條件下設置觀察園各一處，面積爲0.1公頃，每新選育品系及對照品種各種植四株，合計0.4公頃。

各不同地區試植觀察園所需之種苗係由鳳山熱帶園藝試驗分所統籌於二年生實生砧木，利用切接方法嫁接而得。待接穗新梢生長至30—40公分之間選擇生育强壯，大小整齊者於民國七十三年四至六月間分別送達各不同地區定植，每一品系每地區各種植四株，合計五品種計二十株。栽植後之管理則按一般方法實施，各試植區每隔三個月調查植株生育情形一次，直到開花結果爲止，果實成熟調查產量，品質及貯藏性，比較各品系之優劣，以便選出適合各地區之優良新品系。

## 結果與討論

(一) 新選育品系植株生育情形

供試楊桃新選育品系於全省楊桃主產地栽培後，爲瞭解其植株生育狀況，各試植區植株於民國七十三年四—六月間種植，栽後每隔三個月分別調查一次各試植區植株生育情形，直到民國七十五年六月止爲期二年，所得結果列述如表一：

表1.：楊桃新選育品系各地區生育調查表

**Table 1.** Plant-growth investigation of 5 carambola varieties at 4 product district areas.

| 年度 | 品種 ＼ 地區 | 株高(公分) 里港 | 株高 楠西 | 株高 員林 | 株高 卓蘭 | 株高 平均 | 株寬(公分) 里港 | 株寬 楠西 | 株寬 員林 | 株寬 卓蘭 | 株寬 平均 | 基徑(公分) 里港 | 基徑 楠西 | 基徑 員林 | 基徑 卓蘭 | 基徑 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 73、7～74、6 | 62—02 | 98 | 160 | 94 | 135 | 122 a | 134 | 112 | 75 | 137 | 114 b | 3.1 | 4 | 2.4 | 2.9 | 3.1 a |
| | 62—03 | 131 | 153 | 90 | 121 | 123 a | 165 | 152 | 127 | 131 | 144 ab | 3.9 | 3.4 | 2.7 | 2.3 | 3.1 a |
| | 63—01 | 100 | 170 | 81 | 167 | 129 a | 122 | 188 | 83 | 186 | 145 ab | 3.2 | 4.8 | 2.6 | 3.5 | 3.5 a |
| | 64—01 | 132 | 169 | 85 | 148 | 134 a | 144 | 160 | 71 | 184 | 140 ab | 3.1 | 4.3 | 2.4 | 3.1 | 3.2 a |
| | 二林種 | 115 | 196 | 93 | 183 | 147 a | 155 | 217 | 88 | 236 | 174 a | 2.9 | 5.9 | 2.1 | 4.2 | 3.8 a |
| 74、7～75、6 | 62—02 | 263 | 227 | 133 | 268 | 223 a | 296 | 226 | 176 | 235 | 233 a | 7.2 | 6.7 | 4.2 | 5.1 | 5.8 a |
| | 62—03 | 311 | 197 | 104 | 326 | 234 a | 315 | 209 | 190 | 309 | 256 a | 6.2 | 4.7 | 4.4 | 5.7 | 5.2 a |
| | 63—01 | 281 | 253 | 100 | 216 | 212 a | 359 | 324 | 145 | 214 | 260 a | 6.8 | 7.4 | 3.9 | 4.1 | 5.6 a |
| | 64—01 | 280 | 222 | 120 | 221 | 211 a | 332 | 253 | 141 | 210 | 234 a | 8.6 | 7.0 | 4.2 | 4.9 | 6.2 a |
| | 二林種 | 244 | 292 | 140 | 362 | 260 a | 290 | 379 | 202 | 373 | 311 a | 5.7 | 8.4 | 4.0 | 6.5 | 6.2 a |

供試楊桃四個新選育品系，經二年期間生長，其植株平均高度62—02爲222.6公分，62—03爲234.3公分，63—01爲212.4公分，64—01爲210.7公分，二林種爲259.7公分。植株寬度平均62—02爲233.2公分，62—03爲255.7公分，63—01爲260.3公分，64—01爲234.0公分，二林種爲311.0公分。植株基部直徑，62—02爲5.82公分，62—03爲5.22公分，63—01爲5.56公分，64—01爲6.19公分，二林爲6.17公分，由上述調查資料所得，供試品系經全省四個不同地區試植，其植株生育經分析結果，未達差異，顯示新選育品系與對照品種其生長勢大略相同。

（二）各新選育品系植株特性調查

爲瞭解各新選育品系與產地對照品種其植株園藝特性差異，以爲栽培管理及品種區別參考，而進行此調查如表二：

**表2.：楊桃新選育品系園藝特性調查表**

**Table 2.** Horticultural characteristics of 4 carambola new lines

| 項目 / 品種 | 樹型 | 枝色 | 葉數 | 葉面積 $cm^2$ | 葉色 | 花器形態 | 花色 | 果柄長 公分 | 果型 | 果蒂 | 果尖 | 果皮 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62—02 | 直立性 | 橙紅色 | 羽狀複葉 | 5.9 c | 深綠色 | 長柱型 | 藍紫紅色 | 3.6 b | 圓型 | 小突出 | 尖形 | 不平滑 |
| 62—03 | 半軟性 | 橙紅色 | 羽狀複葉 | 9.6 b | 深綠色 | 短柱型 | 藍紫紅色 | 3.7 b | 紡錘型 | 突出 | 半鈍形 | 平滑 |
| 63—01 | 軟性 | 橙紅色 有白斑點 | 羽狀複葉 | 13.7 a | 深綠色 | 短柱型 | 藍紫紅色 | 4.9 a | 長紡錘型 | 突出 | 鈍形 | 平滑 |
| 64—01 | 半直立性 | 橙紅色 | 羽狀複葉 | 9.7 bc | 深綠色 | 短柱型 | 藍紫紅色 | 2.8 b | 橢圓型 | 半突出 | 半尖形 | 平滑 |
| 二林種 | 半直立性 | 橙紅色 | 羽狀複葉 | 11.4 ab | 深綠色 | 短柱型 | 藍紫紅色 | 3.7 b | 長橢圓型 | 小突出 | 半尖形 | 平滑 |

供試楊桃新品系62—02，62—03，63—01，64—01等及產地栽培品種二林種爲對照，其植株園藝特性經調查因品種而產生差異，供試四個品系中，62—02枝條較堅硬直立性，葉片顯示較小，節間較短，62—03枝條較半軟性，葉柄與二林種較近似，63—01枝條呈較軟性，新梢抽出後即往下垂，葉片比二林種大。除此之外，最大特點爲果柄長平均達4.86公分，於套袋操作上較方便，近果蒂部稔突出，果端鈍形，相同大小下果重較其他品種爲重，果皮平滑美觀。

（三）各新選育品系產量調查

楊桃新選育優良品系，分別在全省四個不同氣候環境及土壤條件下試植，以觀察與產地現有優良品種間之產量差異，以便選出產量高，穩定之優良新品種供推廣，本試驗各試植區於民國七十三年四至六月間種植經二年之栽培管理，各新選育品系與對照品種之產量經調查結果列述如下表三：

**表3.　楊桃新選育品系產量調查表**　　單位：株

**Table 3.** Yield of carambola new lines　　Unit：pl

| 年度 / 項目 / 品系 | 七十四年（一年生） | | | | 七十五年（二年生） | | | | 七十六年（三年生） | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 產量（公斤） | 果粒數（粒） | 果粒重（公克） | 換算十公畝產量（公斤） | 產量（公斤） | 果粒數（粒） | 果粒重（公克） | 換算十公畝產量（公斤） | 產量（公斤） | 果粒數（粒） | 果粒重（公克） | 換算十公畝產量（公斤） |
| 62—02 | 5.9 | 28 | 209 | 175.8 | 20.4 | 85 | 239 | 611.4 | 33.6 a | 147 | 229 c | 1,008.3 |
| 62—03 | 23.3 | 85 | 275 | 700.2 | 61.8 | 248 | 250 | 1,853.4 | 20.2 a | 62 | 328 b | 604.8 |
| 63—01 | 6.1 | 19 | 327 | 181.5 | 37.3 | 121 | 309 | 1,119.0 | 46.3 a | 131 | 355 a | 1,388.7 |
| 64—01 | 2.3 | 8 | 284 | 68.1 | 20.4 | 81 | 252 | 611.4 | 29.3 a | 105 | 280 bc | 877.5 |
| 二林種 | 12.5 | 62 | 203 | 374.4 | 19.7 | 77 | 255 | 591.3 | 29.6 a | 105 | 282 bc | 888.3 |

備註：上述調查資料爲四個地區之平均值。

供試本分所新選育品系，經二年之栽培管理，第一年里港區即初步開花結果，員林區僅62—03及63—01等二品系結果第二年卓蘭區之62—02外餘全部結果，第三年員林區受韋恩及艾貝颱風侵襲植株爲害嚴重，甚而死亡。以七十六年調查所得四個地區之單株平均產量62—02爲 33.61公斤，62—03爲20.16公斤，63—01爲46.29公斤，64—01爲29.25公斤，對照二林種爲29.61公斤，顯示63—01爲高。平均果粒重方面62—02爲229.1公克，62—03爲327.8公克，63—01爲354.7公克，64—01爲279.9公克，二林種爲281.7公克，其中以63—01之平均果粒重顯較其他品種爲高，62—03次之。而地區對平均果粒重之調查，相同品系經不同氣候環境及土壤條件下試植後其成果顯有差異 ， 就中以63—01而論，於

表4. 76年度楊桃新選育品系各試植區品質分析表

**Table 4.** Horticultural characteristics and soluble solid analysis of carambola fruits at 4 different district areas

| 品種 | 區域 | 果重 (g) | 果長 cm | 果徑 cm | 稜厚 cm | 稜高 cm | 肉包 | 皮包 | 種子數 | 糖度 Brix | 枸櫞酸 % | 固形物 % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62—02 | 里港 | 329 | 13.9 | 10.1 | 2.4 | 4.0 | 黃 | 黃 | 4 | 8.9 | 0.20 | 11.7 |
| | 楠西 | 216 | 11.4 | 9.3 | 2.3 | 3.6 | 淡黃 | 淡黃 | 12 | 7.0 | 0.28 | 10.4 |
| | 卓蘭 | 243 | 12.2 | 9.5 | 2.2 | 4.0 | 黃 | 黃 | 5 | 9.0 | 0.26 | 10.8 |
| | 平均 | 262 | 12.5 | 9.6 | 2.3 | 3.9 | 黃 | 黃 | 7 | 8.3 | 0.25 | 10.9 |
| 62—03 | 里港 | 300 | 13.3 | 10.1 | 2.5 | 4.2 | 淡黃 | 深黃 | 5 | 8.4 | 0.38 | 10.1 |
| | 楠西 | 384 | 15.3 | 10.9 | 2.5 | 4.3 | 白黃 | 淡黃澄 | 13 | 7.0 | 0.38 | 8.2 |
| | 員林 | 213 | 12.5 | 9.2 | 2.2 | 3.6 | 白黃 | 淡黃 | 5 | 7.2 | 0.51 | 7.3 |
| | 卓蘭 | 401 | 14.6 | 11.0 | 2.4 | 4.6 | 白黃 | 淡黃 | 2 | 8.9 | 0.36 | 10.3 |
| | 平均 | 324 | 13.9 | 10.3 | 2.4 | 4.2 | 白黃 | 淡黃 | 6 | 7.9 | 0.41 | 9.0 |
| 63—01 | 里港 | 324 | 14.1 | 9.3 | 2.6 | 3.7 | 淡黃 | 黃 | 14 | 8.8 | 0.24 | 9.0 |
| | 楠西 | 347 | 14.8 | 9.3 | 2.3 | 3.6 | 淡橙黃 | 黃橙 | 14 | 9.2 | 0.28 | 10.0 |
| | 員林 | 186 | 11.4 | 7.9 | 2.3 | 2.9 | 白黃 | 淡黃綠 | 7 | 7.8 | 0.32 | 8.7 |
| | 卓蘭 | 414 | 15.7 | 10.6 | 2.7 | 4.4 | 白黃 | 黃 | 6 | 8.7 | 0.24 | 9.2 |
| | 平均 | 318 | 14.0 | 9.3 | 2.5 | 3.7 | 白黃 | 黃 | 11 | 8.6 | 0.27 | 9.2 |
| 64—10 | 里港 | 319 | 13.9 | 10.2 | 2.3 | 3.7 | 淡黃 | 黃 | 9 | 8.9 | 0.27 | 11.4 |
| | 楠西 | 275 | 12.0 | 10.1 | 2.3 | 5.1 | 白 | 淡黃 | 4 | 7.0 | 0.34 | 8.2 |
| | 卓蘭 | 396 | 14.4 | 11.3 | 2.4 | 4.5 | 白黃 | 淡黃 | 7 | 9.4 | 0.24 | 11.1 |
| | 平均 | 330 | 13.4 | 10.5 | 2.3 | 4.6 | 白黃 | 淡黃 | 7 | 8.4 | 0.28 | 10.2 |
| 二林 | 里港 | 263 | 13.9 | 8.9 | 2.1 | 3.5 | 淡黃 | 淡黃 | 4 | 7.9 | 0.27 | 9.8 |
| | 楠西 | 302 | 14.1 | 9.9 | 2.4 | 3.9 | 淡黃 | 淡黃 | 13 | 7.4 | 0.32 | 9.8 |
| | 員林 | 170 | 11.4 | 7.7 | 2.3 | 3.0 | 淡黃 | 淡黃 | 4 | 6.5 | 0.32 | 7.3 |
| | 卓蘭 | 303 | 13.2 | 9.1 | 2.3 | 3.7 | 淡黃 | 淡黃 | 1 | 8.1 | 0.21 | 8.8 |
| | 平均 | 259 | 13.2 | 8.9 | 2.3 | 3.5 | 淡黃 | 淡黃 | 5 | 7.9 | 0.30 | 8.9 |

屏東縣里港試植區爲 320.0公克，楠西區爲354.0公克，員林區爲369.8公克，卓蘭區爲 416.0公克，以卓蘭區平均果粒重較高，單株產量平均却相反，顯示生長期與果粒數有關。

（四）各試植區品質分析

本試驗爲瞭觀新選育品系在全省不同地區試植，由於緯度及土壤條件差異，其品質是否產生影響而加以調查結果如下表四：

由表得知供試四種楊桃新品系爲瞭解其對地區與品質之影響，由本試驗得知，供試四品系與對照品種在試植後，果實之果稔厚度以 63—01爲厚達2.50公分，二林種僅爲2.3公分，果稔高度以64—01爲高達4.45公分，63—01爲低，僅3.62公分，由上述二點再配合果長，足可影響產量。果皮色供試品種及對照品種均由淡黃色至黃色，差異不顯著，糖度方面以63—01平均爲高達8.6度，二林種較低7.9度，相差甚微。枸橼酸含量以62—03爲高達0.41%，二林種最低0.30%，固形物含量以62—02較高達10.92%，63—01較低9.23%，相同品系在不同地區之糖度含量，以63—01品系而論，里港區爲8.8度，楠西區爲9.2度，員林區爲7.8度，卓蘭區爲 8.7度由上之調查值可知相同品系在不同氣候環境及土壤條件下種植所生產果實其糖度，由於地區差異產生不同，此現象是否受氣候環境，土壤，肥培管理影響，尙待進一步研究。

（五）各試植品系果實貯藏性

供試楊桃新品系除要求其產量高，品質佳外，還須瞭解其採收後之貯藏性，以供將來貯運之參考，試驗材料分別採自苗栗縣卓蘭鎭，屏東縣里港鄉等處，在民國七十五年一月二十三日及七十六年一月十七日，將試植區果實採收後，調查重量，置於室溫貯藏，每隔二日調查一次果實水分消失情形，直至第二十日爲止。所得結果如圖一：

綜上不同時期及地區成熟採收之果實，經室溫下貯藏，調查每隔二日水分消失情形直到第二十日爲止，供試四種新選育品系與對照品種，其失重率平均以二林種最高達16.79%，62—02次之12.24%，63—01爲12.21%，以62—03較低11.55%，顯示較耐貯存，而供試地區不同，成熟期也不一樣，其水分消失情形二處地區以卓蘭產品較易失重。

各新選育品系果實貯藏後，除注意水分消失情形外，還調查其在貯贓中病害發生情形，供試四個新選育品系與對照品種經貯藏後一般均在六日後即可因採收及搬運產生

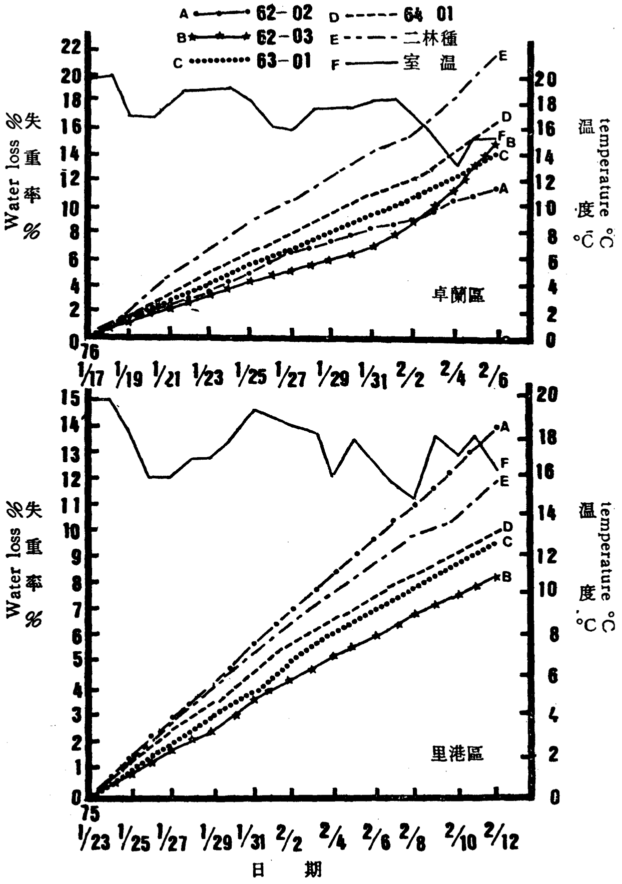



圖1. 楊桃不同新選育品種果實水份消失表

Fig. 1. The fruit water loss of 4 carambolanew lines at room temperature condition

之碰傷而引起炭疽病及腐爛，供試四個品系及對照品種比較結果，以對照二林種感染較爲嚴重，因此應注意採收，運送及包裝過程處理。

## 結論與建議

楊桃現今產地栽培品種因產量及品質不甚穩定，爲提升臺灣楊桃產業之發展，而從事新品系之選育，本試驗利用本分所往年選育而得之優良品系四種於全省四處主產地進行試植，經調查四個新選育優良品系與產地主要品種做比較，所得結果，其中以63—01品系顯示較優，產量及品質皆佳，該品系植株枝條屬軟性，葉片也大，果實尖端鈍型，稔厚，果柄較長，外觀形狀完整美觀，平均果粒也較重，風味清香，具備優良品種特性，有推廣價值，目前果農逐漸自行更新栽培中。

## 參考文獻

1.楊致福（1951）：臺灣果樹誌。中興印刷廠P. 19。
2.黃弼臣（1954）：楊桃品種特性觀察。中國園藝2 (10) P. 1。
3.李信芳（1970）：楊桃栽培。豐年20 (24) P. 14。
4.諶克終（1978）：果樹整枝與剪定。正中書局。
5.王武彰（1978）：楊桃。經濟果樹（上）P. 125。
6.王武彰（1978）：楊桃爲什麼開花不結果。豐年28 (11) P. 34。
7.王武彰（1981）：楊桃不同剪定法與品質的影響。豐年31 (10) P. 33。
8.王武彰（1978）：本省優良楊桃品種與整枝修剪方法。臺灣農業14 (2) P. 17。
9.王武彰（1982）：楊桃之栽培管理。果農合作416 P. 125。
10.王武彰（1983）：楊桃栽培。農民淺說260A—園藝49。
11.農林廳（1986）：臺灣農業年報。

二　林　種　　　　新選品系63—01

▲圖2. 一年生植株樹勢及果實

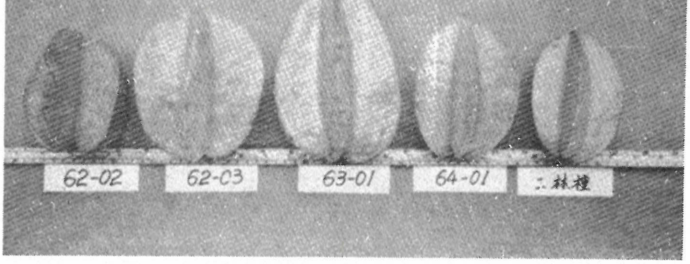
Fig. 2. The growth and fruit shape of one year plant. Left, cv. Er-Lin; Right, New selected line 63-01.

◀圖3. 新選育品系63—01植株結果情形。

Fig. 3. Fruit setting of new selected line 63-01.

▼圖4. 供試新選育品系及對照品種果實形狀比較

Fig. 4. In comparison with fruit shape of new selected lines and control variety.



# Varietial Observation of Carambola New Lines[1]

U. C. Wang[2]


## Summary

The carambola new lines including 62-02, 62-03, 63-01 and 64-01, which had been selected from open pollinated seedlings in Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, were used. The 4 new lines were compared with main cultivated variety' Er-Lin' at 4 major carambola production areas. The results indicated that there was no significant difference to be observed on plant growth rate at initial growth stage between tested varieties at 4 different examination areas. However, the fruit quality of 63-01 showed much better than control' Er-Lin'. Average fruit weight of 63-01 was 309.0-355.0 g, while the control' Er'-Lin' was only 208.7-289.2g. The main fruit characters of 63-01 were as followed: sugar content 8.6 Brix, single flesh thickness 2.5cm, citric acid content 0.27%, soluble solid 9.23% as well as 5.19-8.04% of water loss at 10 days after harvest while the Er-lin' was 7.76-12.10%. In addition, the 63-01 showed also better in other botanical characters such as resistant to diseases, soft twigs, longer fruit stalk to 4.86cm, beautiful fruit shape with pleasant flavour. It is worthy to recommend to the farmers.


1.Contribution No. 1403 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2.Respectively, Research assistant, Fengshen Tropical Horticultural Experimental Station, TARI.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(2)：142～150（1988）

# 甜瓜花性轉移及花性與果型關係之研究[1]

郭鴻展　蕭吉雄　張武男[2]

**摘要**　以雌雄異花同株型品種與三個雄花兩性花同株型品種雜交，其$F_1$均表現出雌雄異花同株型，可知雌雄異花同株型對雄花兩性花同株型為顯性。利用卡方測驗分析其$F_2$及回交世代的分離比，發現甜瓜由雄花兩性花同株型轉變成雌雄異花同株型，乃由一對顯性基因控制，經由回交育種方法已獲得一些栽培種雌雄異花同株型之品系。甜瓜之花性與果型間，具有某種程度的關連，但二者間之關係亦受其他因素之影響。

（關鍵字：花性轉移，果型，甜瓜）

甜瓜（*Cucumis melo* L.）為本省重要的蔬果，種類很多，包括東方型的脆瓜類及西方型的洋香瓜等[1,2]。由於甜瓜的遺傳變異很大，並且種間雜交容易，因此甜瓜之果型、顏色、大小、網紋、香氣等特質常因品種不同而有很大的變化[8]。自1942年 Munger[19] 證實甜瓜的$F_1$雜交後代確實具有高產，早熟等特性之後，一代雜交種已成為甜瓜育種上新的方向，但是目前的栽培種其花性大多為雄花兩性花同株型[15,24,29]（Andromonoecious），亦即在同一植株上有雄花及完全花存在，其自然雜交率視環境因子之影響有從 0～35%的差異[11,29]，因此若以此種花性之品種為一代雜交種之母本，則必須採用人工去雄及授粉，此種方式不但費工，並且種子純度也容易發生問題[3]，因此甜瓜雄不孕性[4,5,18]一直是採種者所企求的一種性狀。

甜瓜的花有雄花，雌花及兩性花三種，在植株上常因這三種花不同比例的配置而產生各種性型（sex type），依據Rudish（1984）的報告[26]，甜瓜的花性可分為七類：（一）雄花兩性花同株型（Andromonoecious）：植株上大多數為雄花，僅少數為兩性花。（二）雌雄異花同株型（Monoecious）：植株上多數為雄花，僅少數為雌花。（三）雌花兩性花同株型（Gynomonoecious）：植株上多數為雌花，僅少數兩性花發生。（四）兩性花株（Hermaphrodite）：全株的花皆為兩性花（完全花）。（五）全雌株（Gynoecious）：全株皆為雌花。（六）全雄株（Androecious）：全株皆為雄花，無雌花或兩性花出現。（七）三性花株（Trimonoecious）：在同一植株上有雄花，雌花及兩性花出現。這些花性的表現可能因為基因型的不同[10,13,20]，環境因子的修飾作用[7,14]，植物荷爾蒙的變化[9,17,27]，或外施的化學物質[15,16]的影響而引起改變。本試驗乃利用回交育種方式，將雄花兩性花同株型甜瓜與雌雄異花同株型甜瓜雜交並回交，期能育成花性為雌雄異花同株之甜瓜品系，供為一代雜交種生產的優良親本，因不需人工除雄可降低採種成本及提高種子純度。在進行花性轉移之同時，亦研究其花性遺傳及花性與果型之關係。

## 材料與方法

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1404 號。本研究承行政院農委會：76農建 8.1—糧—20（17）計劃經費補助，謹此致謝。本文為第一作者碩士論文之一部份。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理、本所園藝系研究員兼主任、國立中興大學園藝系教授。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

**一、花性轉移及遺傳部份：**

試驗材料包括 PMR 甜瓜及西施香瓜二個洋香瓜品種，與新玉甜瓜及黃金香瓜二個東方甜瓜品種，PMR 甜瓜與西施香瓜爲自交第三代，新玉甜瓜與黃金香瓜爲自交第四代。其中 PMR 甜瓜之花性爲雌雄異花同株型，其餘三品種爲雄花兩性花同株型，這些供試品種之花性均已固定。

供試品種自民國74年7月開始，以 PMR 甜瓜爲母本，另外三品種爲父本，分別做雜交，所得 $F_1$ 種子於次季種植後調查其花性及果實性狀，除分別行自交，並以商業品種爲輪迴親做回交。得到的 $F_2$ 及 $BC_1$ 種子在種植後，同樣調查其花性分離比，果實性狀，並且在 $BC_1$ 植株中選擇花性爲雌雄異花同株型的植株與輪迴親回交，以後在每個回交世代的分離族羣中，一方面淘汰花性爲雄花兩性花同株型的植株，另一方面選拔果實性狀與輪迴親相似，但花性轉爲雌雄異花同株型之植株，當選株仍然與輪迴親回交，花性轉移之育種程序如圖1。

P　　MMGG (M)　X　mmGG (Am)
　　　$P_1$　　　　$P_2$
　　　　　↓
$F_1$　　MmGG (M)　X　mmGG (Am)
　　　　　　　　　↓
$BC_1P_2$　　MmGG (M) : mmGG (Am) = 1 : 1
　　　│ X mmGG (Am)
　　　↓
$BC_2P_2$　　MmGG (M) : mmGG (Am) = 1 : 1
　　　┆ X mmGG (Am)
　　　↓
$BC_nP_2$　　MmGG (M) : mmGG (Am) = 1 : 1
　　　│ ⊗
　　　↓
MMGG (M) : MmGG (M) : mmGG (Am) = 1 : 2 : 1

圖1.：雌雄異花同株型甜瓜之育種程序。

**Figure 1.** The breeding scheme of sex type transfer from andromonoecious to monoecious in melon.

在進行花性轉移的同時，也進行花性遺傳研究，分別在溫室及田間進行，調查$F_1$、$F_2$、$BC_1P_1$及$BC_1P_2$各世代中雌雄異花同株型與雄花兩性花同株型比例，以估算控制花性之基因數，並以卡方測驗（Chi-square test）來證明試驗結果。

**二、花性與果型之關係部份：**

果型之分類，概以果型指數（Fruit-shape index）做爲分類之標準[28]。將 PMR 甜瓜、新玉甜瓜、西施香瓜、黃金香瓜等親本，$F_1$ 及回交世代分別種植後，依正常的田間管理於進入開花期後分別就親本及各世代進行果型調查，至於花性分離之回交世代，則就花性爲M型或A型植株分別調查之。方法爲將當日已開的花朵摘下，縱剖子房後，量取花托頂部至花瓣基部間之子房長度（L），除以子房最寬處的寬度（W），所得L/W比即爲果型指數[28]。果型指數在1.0以下爲扁圓果，1.0以上至1.7爲橢圓果，1.7以上爲長型果。比較各世代中雌花的果型指數與兩性花的果型指數之差異，做爲果型與花性是否相關之依據。

## 結　果

**一、花性轉移及花性遺傳部份：**

以雌雄異花同株型（M型）的PMR甜瓜爲母本，分別與西施香瓜、新玉甜瓜、黃金香瓜三個雄花兩性花同株型（A型）的商業品種雜交及回交，目前在三個雜交組合中，以PMR ×黃金香瓜的組合成效最佳。由圖2可明顯的看出，經過二次的回交， $BC_2$ 的果實在果型、顏色、外觀上已與親本酷似，但是肉色、糖度仍需更進一步的改良。

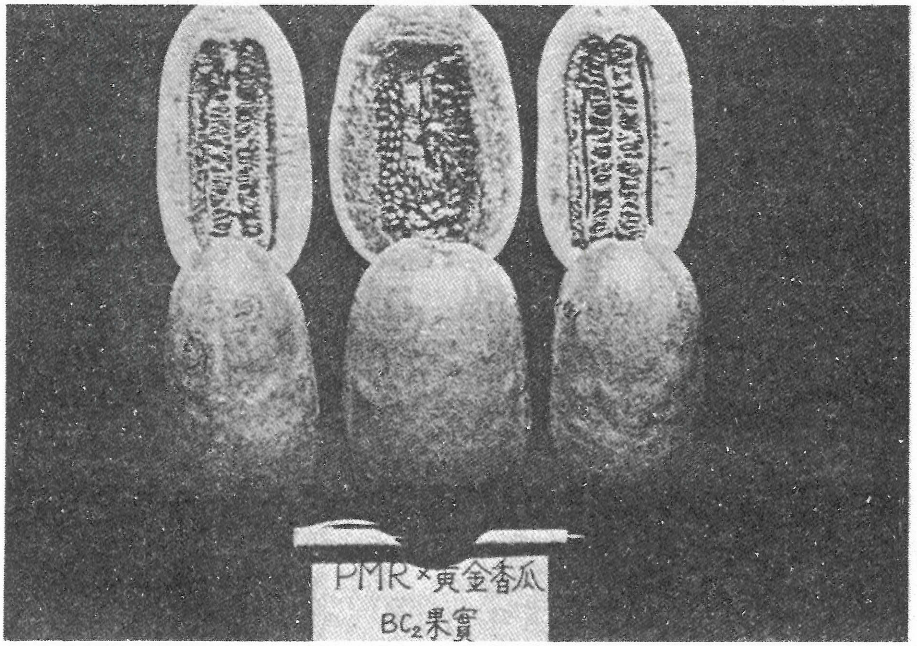
調查各雜交組合中各單株的花性，結果發現三個雜交組合的 $F_1$ 植株，不論在溫室或田間均表現單一的雌雄異花同株型。而 $F_2$ 植株花性M型和A型之分離比，分別是PMR×西施香瓜爲 97：31，PMR×黃金香瓜爲138：38，及PMR×新玉甜瓜爲59：25，若以一對顯性因子在 $F_2$ 之分離比3：1的擬說（Hypothesis）來檢定，均能符合此項假設。而回交 PMR 之後代，所有植株皆爲M型，回交輪迴親之後代也出現24：28，27：22及36：41等接近於1：1的比例；上述資料及卡方檢定值列於表1。由這些資料可知甜瓜花性由雄花兩性花同株型轉變爲雌雄異花同株型僅爲一對基因之改變，並且雌雄異花同株型對雄花兩性花同株型爲顯性。

表1.：甜瓜花性遺傳

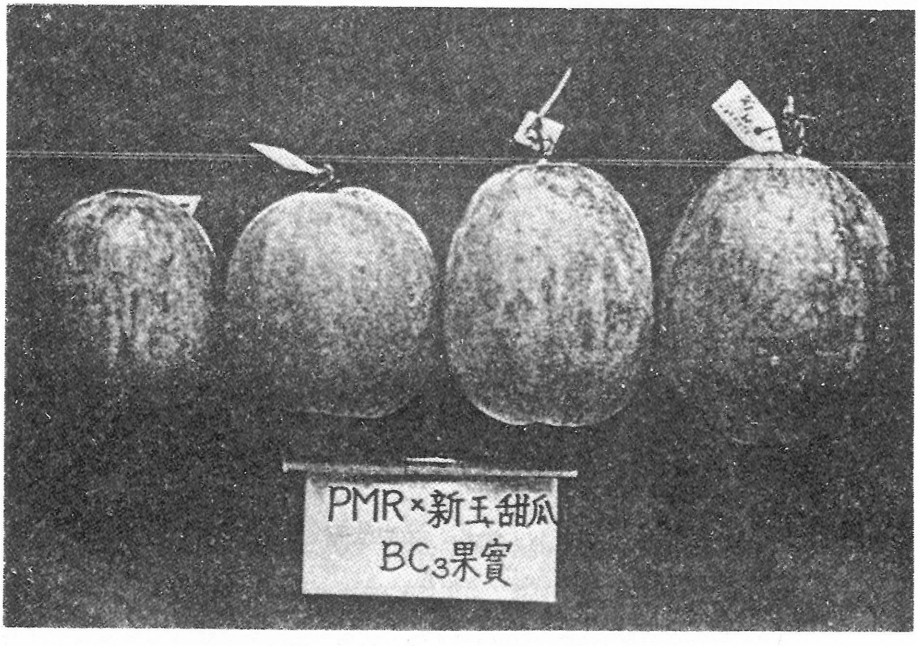
**Table 1.** Inheritance of sex type in melon

| combination \ sex type | Green house | | Field | | Total | | Exp. Ratio | $X^2$ | P Value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M* | Am* | M* | Am* | M* | Am* | | | |
| PMR | 14 | | 17 | | 31 | | | | |
| 西 施 香 瓜 | | 11 | | 19 | | 30 | | | |
| $F_1$ | 8 | | 18 | | 26 | | | | |
| $F_2$ | 19 | 6 | 78 | 25 | 97 | 31 | 3：1 | 0.04 | 0.75—0.95 |
| $BC_1P_1$ | 13 | | 21 | | 34 | | | | |
| $BC_1P_2$ | 10 | 8 | 14 | 20 | 24 | 28 | 1：1 | 0.21 | 0.50—0.75 |
| PMR | 14 | | 17 | | 31 | | | | |
| 黃 金 香 瓜 | | 8 | | 15 | | 23 | | | |
| $F_1$ | 9 | | 23 | | 32 | | | | |
| $F_2$ | 26 | 5 | 112 | 33 | 138 | 38 | 3：1 | 1.09 | 0.25—0.75 |
| $BC_1P_1$ | 12 | | 29 | | 41 | | | | |
| $BC_1P_2$ | 11 | 18 | 25 | 23 | 36 | 41 | 1：1 | 0.05 | 0.75—0.90 |
| PMR | 14 | | 17 | | 31 | | | | |
| 新 玉 甜 瓜 | | 8 | | 25 | | 33 | | | |
| $F_1$ | 9 | | 20 | | 29 | | | | |
| $F_2$ | — | — | 59 | 25 | 59 | 25 | 3：1 | 0.25 | 0.50—0.75 |
| $BC_1P_1$ | 16 | | 25 | | 41 | | | | |
| $BC_1P_2$ | 17 | 10 | 10 | 12 | 27 | 22 | 1：1 | 0.51 | 0.25—0.50 |
| | 20 | 18 | 15 | 20 | 35 | 38 | 1：1 | 0.12 | 0.50—0.75 |

*M：Monoecious ； Am：Andromonoecious.




a. PMR×黃金香瓜之果實
a. Fruits of PMR × Hwang-Jin.




b. PMR×新玉甜瓜之果實
b. Fruits of PMR × Shin-Yuh.

**圖2.**：第二次回交 PMR ×黃金香瓜及第三次回交 PMR ×新玉甜瓜之果實。
**Figure 2.** The fruits of PMR×Hwang-Jin and PMR×Shih-Yuh melon in the 2nd and 3th backcrosses, respectively.

## 二、花性與果型之關係部份：

以 PMR 爲母本，與另外三親本雜交後分別調查親本，$F_1$ 及一個 $BC_1P_2$ 之果型指數。在調查23個M型的 PMR 甜瓜之後，發現其平均果型指數雖爲1.85，但是個體間的差異頗大，分佈在1.6至2.3之間，另外三個親本的果型指數分別爲西施香瓜1.3，黃金香瓜2.0，新玉甜瓜1.3；除西施香瓜及新玉甜瓜爲橢圓果外，黃金香瓜及 PMR 甜瓜都爲長型果（表2）。另在三個 $F_1$ 雜交組合中，除PMR ×黃金香瓜的 $F_1$ 植株，其果型指數超越二親之外，其餘二個 $F_1$, PMR×新玉及 PMR×西施，其果型指數都介於二親之間，但有明顯偏向於M型親本平均值的趨勢（圖3、4、5），此外，在回交世代的分離族羣中，分別調查了22個A型株的子房長寬及22個M型株的子房長寬，發現M型

表2.：甜瓜果型指數與花性之關係

**Table 2.** Fruit shape index and flower sex type in muskmelon.

| Parentage | Andromonoecious Fruit index (L/W) | | | Monoecious Fruit index (L/W) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N* | Range | Mean | N* | Range | Mean |
| $P_1$ (PMR Melon) | | | | 23 | 1.6—2.3 | 1.85 |
| $P_2$ (西施香瓜) | 21 | 1.1—1.4 | 1.30 | | | |
| $P_3$ (黃金香瓜) | 32 | 1.8—2.4 | 2.00 | | | |
| $P_4$ (新玉甜瓜) | 43 | 1.0—1.6 | 1.34 | | | |
| $F_1$ ($P_1 \times P_2$) | | | | 18 | 1.4—1.8 | 1.64 |
| $F_1$ ($P_1 \times P_3$) | | | | 69 | 1.9—2.6 | 2.29 |
| $F_1$ ($P_1 \times P_4$) | | | | 56 | 1.6—2.7 | 1.90 |
| $BC_1$, ($P_1 \times P_4$) $\times P_1$ | 22 | 1.5—1.8 | 1.60 | 22 | 1.4—2.4 | 1.81 |

N: number of plants investigated

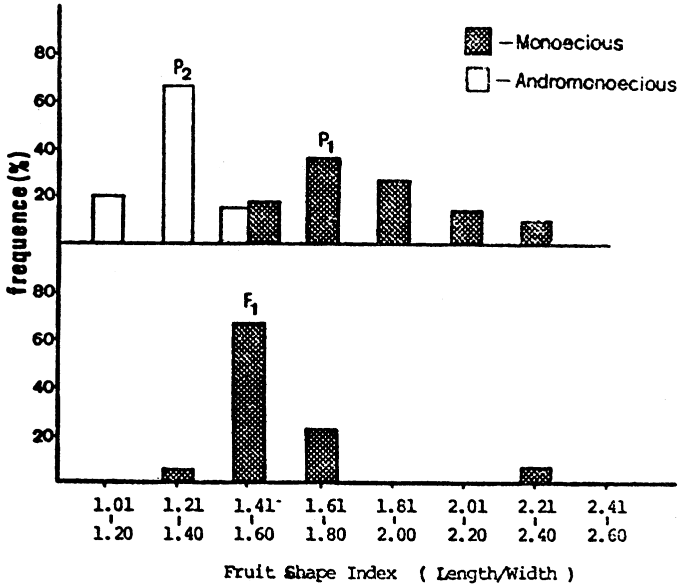



圖3：PMR甜瓜，西施香瓜，及其雜交後代果型指數之頻度分布圖。

**Figure 3.** Distributions of fruit shape index in muskmelon of $P_1$ (PMR melon) $P_2$ (Hsi-Shih melon) and their $F_1$ populations

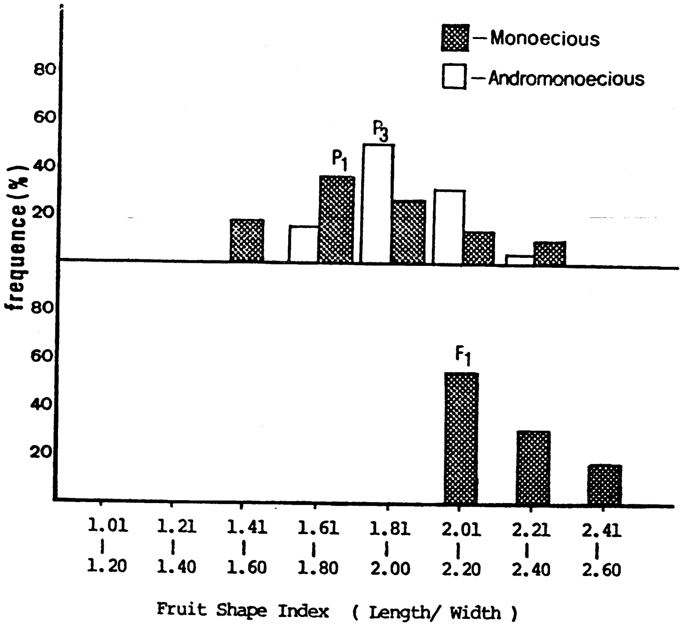



圖4：PMR 甜瓜，黃金香瓜，及其雜交後代果型指數之頻度分布圖。

**Figure 4.** Distributions of fruit shape index in muskmelon of $P_1$ (PMR melon), $P_3$ (Hwang-Jin melon) and their $F_1$ populations.

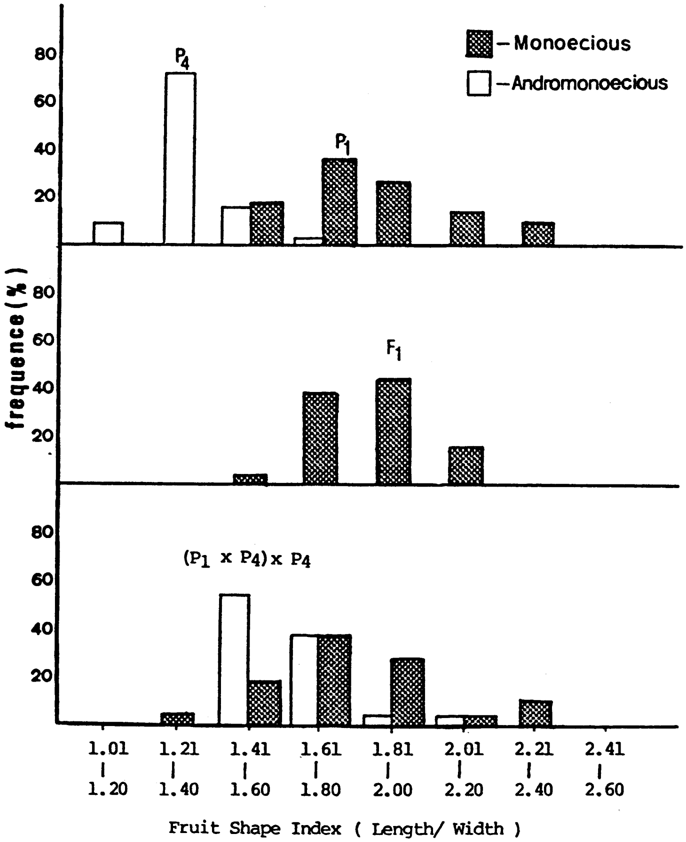



圖5：PMR甜瓜，新玉甜瓜，及其雜交後代果型指數之頻度分布圖。

**Figure 5.** Distributions of fruit shape index in muskmelon of $P_1$ (PMR melon), $P_4$ (Shih-Yuh melon) and their $F_1$ and $BC_1$ populations.

株的平均果型指數爲1.81，A型株的平均果型指數爲 1.6，由以上之調查結果可歸納如下：（1）四個親本中，M型親本（PMR）產生長型果，A 型親本（新玉甜瓜、西施香瓜）產生橢圓果，但是亦有 A 型之親本（黃金香瓜）產生長型果的現象。（2）$F_1$ 植株不但其花性爲M型，並且果型指數亦偏向於M型親本之平均果型指數，部份植株甚至有超越其親本之現象。（3）在回交的分離世代中，M型植株之果型指數較A型植株之果型指數爲高，顯示其平均果型比A型植株之果型狹長。

由以上三點，我們認爲甜瓜之花性與果型，確具有某種程度的關連，但二者間的關係仍受其他因素，如品種的影響。

## 討　　論

甜瓜花性之表現，除受基因之控制之外[13,20,21]，養分[6]、環境因子[7,14]及外施之植物荷爾蒙都帶有修飾作用[9,16,17,27]。在正常情況下，花性之表現除非受到極端環境變化或外施之植物荷爾蒙破壞平衡，否則都依其基因型來表現花性。

大多數栽培種甜瓜其花性是雄花兩性花同株型，但是在亞洲及印度的一些野生種則是雌雄異花同株型[24, 29]。Rosa[25]認爲雌雄異花同株型是爲原始型態，由雌雄異花同株型轉變成雄花兩性花同株型時，僅是單基因的變化。Poole and Grimball[10,21,22]認爲這種變化是由於$A$基因變成隱性的$a$所造成的。Kubicki[13,24]等人則以$M$基因座的顯性或隱性來區分，當顯性的$M$基因存在時，呈雌雄異花同株型，而隱性$m$基因存在時則呈雄花兩性花同株型。目前較被接受的二種花性遺傳學說爲：(一) Rosa, Poole and Grimball 及 Kubicki 等人[12,22,25]所提出，認爲花性是由二對基因控制性型，即$A$基因控制由完全花變爲雌花之因子，$G$基因控制由完全花變爲雄花之因子，在 $AG$ 時表現雌雄異花同株型（Monoecious），$aG$ 時表現雄花兩性花同株型（Andromonoecious），$Ag$時表現雌花兩性花同株型（Gynomonoecious），$a\ g$ 則表現完全的兩性花株（Hermaphrodite）。(二) Kubicki[13] 認爲 $M$ 與 $G$ 兩個基因座爲控制花性的最主要因子；$M$ 或 $m$ 基因決定雌花或兩性花的發育，顯性時（M）雌花出現，在隱性時（m）兩性花出現。另一對 $G$ 或 $g$ 基因則決定雄花之有無，若顯性 $G$ 時，植株有雄花產生，若爲隱性 $g$ 時，則無雄花發生。

本研究中雌雄異花同株型（M型）的品種與雄花兩性花同株型（A 型）的品種雜交及回交，結果在 $F_1$、$BC_1P_1$、$F_2$ 及 $BC_1P_2$ 世代中都能分別表現出一致的M型株或是M：A爲3：1及1：1之比例，顯示在M型株與A型株之間僅爲一對基因的差異，此現象與 Kubicki[13] 所提出的甜瓜花性控制基因理論符合。

另外 Rosa[25] 曾指出甜瓜的雄花兩性花同株型植株有時候會有性型反轉（Sex reversal）的現象。即在A型的植株中，有時因外界環境的變化，而有雌花的出現，Rosa 認爲這種現象並不穩定，只是一種暫時的改變，在刺激過去之後，花性則回復正常；並且此種現象在A型株發生的較多，M型株較少會具有性型反轉而產生完全花的現象。在試驗中亦曾觀察此種性型反轉的現象，都是經過摘心，發生在去頂之後的側蔓第一節上，並且祇要是嚴重受傷部份的側蔓，幾乎都會有此現象；推測可能的原因是由於受傷部份產生乙烯，以及養分之累積。因爲養分之累積使得側蔓生長，而乙烯濃度提高則誘導雌花出現[16,19,27]，所以在後面的節位上，由於乙烯刺激的消失，植株又恢復正常的花性表現。事實上若測試全雌株（Gynoecious）胡瓜與雌雄異花同株型（Monoecious）胡瓜之頂端乙烯發生量，亦會發現全雌株之乙烯發生量較高[9]，更能證明乙烯與瓜類雌性化之關係。

至於甜瓜花性與其果型之關係，Rosa[25]認爲完全花與圓果，雌花與橢圓果具有很密切的關連，同時Wall[28]也認爲在同一株中，雌花所形成的果實，通常都較完全花所形成的果實較大較長，並且縫合線亦較平，筆者亦有相同之發現。Rosa[25]認爲這種關係不是基因的連鎖關係（Linkage），而是基因多效性作用（Pleiotropic action）決定了果型與性別的關係。與 Rosa 持相反意見的 Kubicki[12] 則認爲果型與性型之間的關係是基因間的連鎖關係，Poole and Grimball[23] 亦證明果

型與性型具有連鎖關係，並且在西瓜的分離族羣中測得 0.14～0.35 的交換值 (Crossover value)。但是 Wall[28] 却認爲甜瓜果型由部份顯性基因 (Partial dominant gene) 及少數修飾基因，加上一部份與性型的連鎖關係而定，並且果型與花性之間具有某種程度上的關連，但並非絕對的，此與試驗結果相同。

## 參 考 文 獻


1.李學勇・1918・園藝育種學：Chap：7：瓜類的育種，pp. 158～175，臺大植物系，臺北。

2.邱阿昌・1972・甜瓜遺傳及育種之進展，科學農業20 (3,4)：343～350。

3.黃賢良・1970・洋香瓜育種(三)：Monoecious 性型之轉移及其利用爲母本之研究，臺南改良場研究彙報第14號，pp. 29～34。

4. Bohn, G. W. and J. A. Principe. 1962. A second male-sterility gene in the muskmelon. J. Hered. 55：211-215.

5. Bohn, G. W. and T. W. Whitaker. 1949. A gene for male sterility in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 53：309-314.

6. Brantley, B. B. and G. F. Warren. 1960. Effect of nitrogen on flowering, fruiting and quality in the muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 77：424-431.

7. Cantliffe, D. J. 1981. Alteration of sex expression in cucumber due to change in temperature, light intensity and photoperiod. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(2)：133-136.

8. Esquinas-Alcazar, J. A. and P. J. Gulick 1983. Genetic resources of Cucurbitaceae. International Board for Plant Genetic Resources. IBPGR secretarist.

9. Galun, E. S., S. Izhar, and D. Atsmon. 1964. Determination of Relative auxin content in hermaphrodite and andromonecious *Cucumis sativus* L. Plant Physiology 39：321-325.

10. Grimball, P. C. 1939. Inheritance of new sex forms in *Cucumis melo* L. J. Hered. 30：21-25.

11. Ivanoff, S. S. 1947. Natural self pollination in cantaloupes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 50：314-316.

12. Kubicki, B. 1962. Inheritance of some characters in muskmelon (*Cucumis melo* L.). Genetic Polonica 3：265-274.

13. Kubicki, B. 1969. Sex determination in muskmelon (*Cucumis melo* L. ) Genetic Polonica 10：145-163.

14. Lower, R. L., O. S. Smith and A. Ghaderi. 1983. Effect of plant density arrangement, and genotype on stability of sex expession in cucumber. HortScience 18(5)737-738.

15. Lower, R. L. and M. D. Edwards. 1986. Cucumber breeding, p. 173-207. In: M. J. Bassett (ed.). Breeding Vegetable Crops. AVI publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.

16. Loy, J. B. 1971. Effects of 2-Chloroethylphosphonic acid and succinic acid-2, 2-dimethylhydrazide on sex expression in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96(5)：641-644.

17. Matlob, A. N. and W. C. Kelly. 1975. Growth regulator activity and pathenocarpic fruit production in snake melon and cucumber grown at high temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(4)：406-409.

18. McCreight, J. D., G. W. Elmstrom. 1984. A third muskmelon male-sterile gene. HortScience 19(2)：268-270.

19. Munger, H. M. 1942. The possible utilization of first generation muskmelon and improved method of hybridization. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. 40：405-410.

20. Nienhuis, J., R. L. Lower and C. H. Miller. 1984. Effect of genotype and within-row spacing on the stability of sex expression in cucumber. HortScience 19(2)：273-274.

21. Poole, C. F. 1944. Genetics of cultivated cucurbits. J. Hered. 35：122-128.

22. Poole, C. F. and Grimball, P. C. 1939. Inheritance of new sex froms in *Cucumis melo* L. J.

Hered. 30 : 21-25.

23. Poole, C. F. and Grimball, P. C. 1945. Inheritance of sex, shape, and weight gene in watermelon. J. Agr. Res. 71 : 533-552.
24. Robinson, R. W., H. M. Munger, T. W. Whitaker and G. W. Bohn. 1976. Gene of the *Cucurbitaceae*. HortScience 11(6) : 554-568.
25. Rosa, J. T. 1928. The inheritance of flower types in *Cucumis* and *Citrullus*. Higardia 3(3) : 233-250.
26. Rudish, J. 1985. *Cucumis melo*, pp. 360-381. In: A. H. Halevy (ed.). CRC Handbook of Flowering, Vol. II. CRC Press, Florida.
27. Shannon, S. and R. W. Robinson. 1979. The use of Ethephon to regulate sex expression of summer squash for hybrid seed production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(5) : 674-677.
28. Wall, J. R. 1967. Correlated inheritance of sex expression and fruit shape in *Cucumis*. Euphytica 16 : 199-208.
29. Whitaker, T. W. and G. W. Bohn. 1952. Natural cross pollination in muskmelon. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51 : 391-396.

# Studies on Flower Type Transfer and the Correlation between Flower Type and Fruit Shape in Melon (*Cucumis melo* L.)[1,2]

Horng-Jan Kuo, Chi-Hsiung Hsiao and Woo-Nang Chang[3]

## Summary

Crosses between one monoecious melon variety with three andromonoecious lines, derived $F_1$ plants all monoecious. Chi-square tests for the segregation of sex types in $F_2$ and backcross populations, also indicate that monoecious trait is controlled by one dominant gene over andromonoecious. Several promising monoecious lines of melon were obtained by backcrossing.

Some correlation exists between flower type and fruit shape, however, it is also affected to some extent by other factors such as varieties.

(Key word: Flower Type Transfer, Fruit Shape, Melon. )

1. Contritution No. 1404 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by the Council of Agricultural, Executive Yuan. R. O. C.
2. This paper is a part of MS thesis of the senior author.
3. Respectively, Research assistant, Fengshan Tropical Horticultural Experimental Station, TARI; Senior Horticulturist and Head, Department of Horticulture, TARI; Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(2)：151～164（1988）

# 轉作田玉米生育特性及肥培管理

## Ⅱ　播植行深犂及肥料深施之效果[1]

連　深[2]

**摘要**　於1983～1987年間在霧峰（本所）、二崙、學甲、太保等地共八處，探討轉作田秋作玉米之播植行深犂同時深施肥料(in-row subsoiling with deep banding of fertilizers)之效果。深犂・深施處理係使用一種深犂和淺犂所組合之雙層施肥播種機將所需磷鉀肥之全量及氮肥之半量（或⅔量）於播種時，以2：1比例各深、淺施於播植行下深約25公分處及播種溝旁（均使用粒狀複合肥料）；餘半量（或餘⅓量）氮肥則於膝高期追施（使用尿素）。

播植行深犂同時深施肥料之效果在10～30公分土層平均硬度大於 30 bar ，具有顯著犂底層的土壤地點最爲顯著；霧峰四處之試驗，顯示在整地下，其效果較一般施肥法增產子實0.7～1.3 t/ha，增產率達11～25%，氮肥需用量亦可節省 20%左右。此種效果之約半可歸因於播植行深犂本身，不同深度之深犂・深施效果亦以25公分深顯著大於其一半深度者。

在本試驗之初期不整地下之播植行深犂・肥料深施效果並未顯著，但經改善播種溝土壤之物理性（即該施肥播種機附加小迴轉犂打碎土塊並予壓實）後效果已顯著提高，接近於整地而行播植行深犂・肥料深施者。

播植行深犂・肥料深施之效果有顯著之土壤間差異；與各地10～30公分剖面土壤之平均硬度有顯著正相關（即與有效土層之厚度成負相關），顯示土壤硬度大、密實或有效土層淺等阻礙作物根系發展係轉作田玉米生長之主要限制因子，值得注意。

關鍵字：轉作田、整地、不整地、播植行深犂、肥料深施、玉米。

稻田因長年在浸水狀態下耕耘，經過長期滲濾物質之聚積及機械之壓實，其土表下20～30公分處常形成硬盤或所謂的犂底層。此種硬盤對於水稻栽培或許利多於弊，對於轉作玉米之生育卻只會構成阻礙。

本省稻田犂底層之存在可由梁氏[11]及郭氏等[12]之報告概見。郭氏等並示不同稻田之底土機械阻力與玉米根系之發展有關。日本公認[7]阻礙根系發展的土壤硬度（soil strength）爲 30 bar，而根羣發達良好土層之硬度應在 10 bar 以下，可見土壤機械阻力或密實性對作物根系發展之重要性。

一般迴轉犂耕耘深度很淺，肥料施用亦淺，而不整地栽培之施肥則以表施爲常。又本省中南部栽培秋作玉米，時值乾旱季節，所施肥料亦頗有隨水分蒸散聚集於地面之虞。

以上將影響玉米根系的發展或導致肥料之損失和玉米生育後期養分吸收之不繼，乃推測肥料如能以深耕犂局部條施於播植行下約25公分處則既有局部破壞犂底，且有導引玉米根系往下發展之功效，而玉米生產潛力亦可能因此提高。

---

1．臺灣省農業試驗所　研究報告第 1405 號。

2．臺灣省農業試驗所農化系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

有關玉米田之播植行深犂（in-row subsoiling），Naderman 等[5,6] 在美國北卡州，底土有硬盤之土壤曾示其顯著效果，但渠等並未涉及肥料之深施。最近 Baker 等[1] 在美國愛荷華州以一種輪幅注肥機（spoke wheel injector）試驗肥料之點施效果，但其深度僅及10—20公分，並且肥料形態限於液態。在本省 楊等[13,14] 亦示轉作田打破犂底層及肥料深施對玉米之效果，惟渠等係使用中耕機開溝，溝寬較大（20—25公分），相當於局部深耕後之肥料深施，或爲全面深耕（深60—70公分）後之肥料深施，與本試驗使用狹窄的深犂（寬僅 4 公分），對土壤之攪動較小，所耗能量較小，同時施肥播種，等有許多差異。

本試驗在開始時亦以人工開溝後深施肥料，惟其溝寬較窄（僅12公分左右），繼而改以深耕犂和淺犂組合之雙層施肥播種機將基肥之三分之二深施於播植行下寬約 4 公分、深約25公分處，而另三分之一基肥則淺施於播種溝旁，並且施肥與播種一次完成。除了此種播植行深犂同時肥料深施（以下簡稱深施）的組合效果外，本試驗亦探討播植行深犂和肥料深施的各別效果，並涉及不同深度之肥料深施，肥料在淺層與深層之分配比率以及不同土壤之深施效果等比較。

## 試驗材料與方法

1.試驗地點及土壤理化性質

本試驗於1983～1986年間在霧峰本所四處、二崙及太保各一處及學甲二處進行，探討稻田轉作秋玉米（品種臺農 351 號）之播植行深犁・肥料深施效果。各試驗地點土壤之一般理化性質如表 1，剖面土壤之硬度如圖 1。

**表 1. 土 壤 一 般 理 化 性 質**

**Table 1.** Some properties of the soils at experimental locations.

| 地點 Location | 母質 Parent material | 土系 Soil series | 土壤平準 Soil horizons | pH | 有機質 O. M. (%) | 有效磷 Bray P (ppm) | 質地 Texture | 構造 Structure | 結構(乾時) Consistency (when dry) | 滲透性 Permeability |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 霧峰[a] Wu-feng | 粘板岩砂頁岩混合新冲積 | 七塊厝系 | 0—15<br>15—30<br>30—60 | 5.0<br>6.9<br>6.9 | 1.8<br>1.1<br>0.8 | 3.3<br>2.1<br>2.3 | SiL<br>SiL<br>SiL-SiCL | 整體狀 Massive | 硬 Hard | 中～不良 Moderate to low |
| 二崙 Erh-lun | 粘板岩老冲積 | 二林系 | 0—15<br>15—30<br>30—60 | 7.3<br>7.5<br>7.6 | 1.7<br>1.7<br>1.5 | 14.0<br>15.4<br>2.3 | SL～L<br>SiL<br>SiL | 弱，中亞稜塊狀 Weak, medium subangular blocky | 稍硬 Slightly hard | 中～良 Moderate to well |
| 學甲 1 Shueh-chia 1 | 砂頁岩新冲積石灰性 | 岸內系 | 0—15<br>15—30<br>30—60 | 6.1<br>7.5<br>7.6 | 1.7<br>1.0<br>0.7 | 24.0<br>1.4<br>1.1 | SiL<br>SiL<br>SiL | 屑粒狀 Crumb | 脆 Friable | 中～良 Moderate to well |
| 學甲 2 Shueh-chia 2 | 砂頁岩新冲積石灰性 | 將軍系 | 0—15<br>15—30<br>30—60 | 5.3<br>7.6<br>7.6 | 1.7<br>0.9<br>0.6 | 25.5<br>1.2<br>'07 | SiL<br>SiL<br>VfSL | 屑粒狀 Crumb | 脆 Friable | 中～良 Moderate to well |
| 太保 Tai-pao | 砂頁岩新冲積 | 座駕系 | 0—15<br>15—30<br>30—60 | 5.6<br>5.7<br>6.3 | 1.6<br>1.3<br>0.9 | 37.5<br>35.0<br>22.0 | SiL<br>SiL<br>SiL | 弱，細粒狀 Weak, fine granule | 硬 Hard | 中～良 Moderate to well |

a. 以本所39號田爲代表。

由表 1 可見霧峰和太保各試驗地土壤構造均較其他土壤差，屬細粒狀至整體狀；結構亦較硬。由圖 1 更可見霧峰及太保各試驗地土壤之剖面各層硬度均顯著大於其他土壤，而且其最硬層（即犁底層）之位置亦較其他土壤高，亦即其有效土層淺（霧峰本所90號、51號、52號、39號及太保各田之有效

土層均小於15公分），故對於作物根系發展的阻礙亦是較大。反之，二崙，學甲(1)及學甲(2)各田之有效土層均大於50公分，則對於根系發展較爲有利。

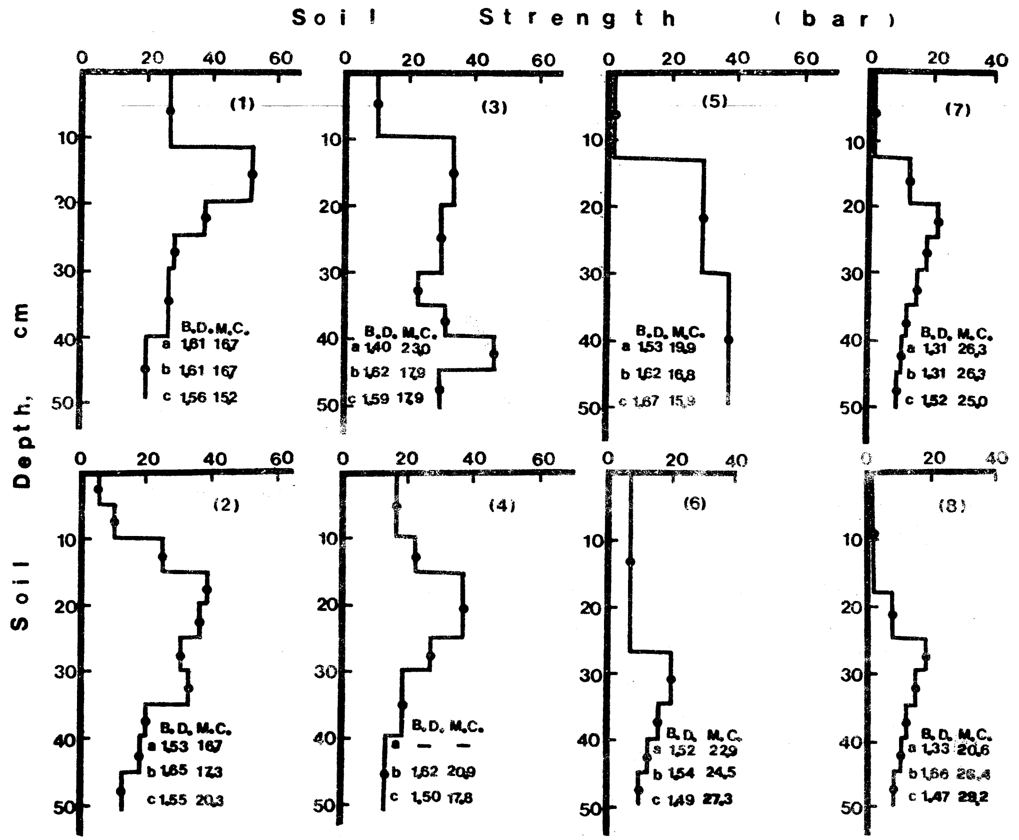



圖 1. 各試驗地剖面土壤之硬度和總體密度（B. D.），及測定硬度時之土壤水分（M. C.）含量（%）。(1)霧峰（本所90號田），(2)同左51號田，(3)同左52號田，(4)同左39號田，(5)太保，(6)二崙，(7)學甲 1，(8)學甲 2。a, b, c各代表剖面 0—15, 15—30, 30—50 cm 各層土壤。

Fig. 1. Soil strengths and bulk densities of the 0 to 50cm soil depths at each experimental locations, and the moisture content (%) of the soils when soil strengths were measured by penetrometer. The letters a, b and c denote soil layers of 0-15, 15-30 and 30-50cm from the surface, respectively.

2. 試驗處理及設計

試驗一、播植行深犁·肥料深施×栽植密度×氮素用量試驗（霧峰本所39號田，1983年秋作）。

試驗處理爲(1)施肥方法兩種：(a)標準施肥；即依照施肥手冊[9]方法，將磷、鉀肥用量之全部和氮肥之一半當基肥，另半量氮肥當膝高期追肥施用。基肥條施於株旁，距種子約5公分，深3～5公分，施後蓋土。(b)深施；三要素用量之半量依照標準方法施用，另半量於播種時條施於播植行下約25公分（寬約12公分）處（施肥溝係人工所開），(2)行株距2變級（70×25及70×20cm）和(3)氮用量3變級（標準施肥區設 100, 200, 300 kg/ha，深施區設 200, 300, 400 kg/ha 各變級）之組合，依次爲主處理及第一、二副處理，裂區排列，二區集。$P_2O_5$, $K_2O$ 各區均施各200及 100kg/ha，以資充足。小區面積 38.5$m^2$ (7.7×5m)，11 行區。施用肥料種類爲硫銨、過磷酸鈣及氯化鉀，但深施所用肥料則以複合肥料39號爲主。

試驗二、氮素用量×播植行深犂‧肥料深施試驗（本所52號田及二崙，1984年秋作）

試驗處理爲氮素用量 2 變級（N 150 及 225kg/ha）及施肥方法二種：(a) 標準施肥(一)；（同試驗一），(b) 深施；（施肥方法同試驗一之深施處理，但基肥係使用本所農機系以深耕犂和淺犂所組合的雙層施肥播種機施用；淺層及深層施肥部分之溝深各約 5 及25公分，寬均約 4 公分）之組合，依次爲主、副處理，裂區排列，三區集。施用肥料種類同試驗一。

試驗三、整地與不整地及播植行深犂和肥料深施效果（本所51號田，1985年秋作）

試驗分整地及不整地兩部分。整地部分主處理設氮素用量 2 變級（N 160 及 240 kg/ha）及副處理三種施肥方法，如下：(a) 對照(一)；即現行標準施肥方法（同試驗一及二），(b) 深施；係使用上述雙層施肥播種機將磷、鉀用量之大部分及氮肥用量之約半量（使用臺肥複合肥料39號）於播種時深施於播植行下約25公分處，同時將小部分肥料（N, $P_2O_5$, $K_2O$ 各 24, 36, 24 kg/ha）以臺肥複合肥料 39號 200kg/ha 淺施於播植行旁，距離種子約 5 公分，深約 3～5 公分處。其餘氮肥則於膝高期追施。(c) 對照(二)；施肥方法同對照(一)，但雙層施肥播種機操作同處理(二)。故本處理與對照(一)之差別爲播植行深犂（in-row subsoiling）之有無。

不整地部分主處理仍設氮素 2 變級（同上），但副處理則僅設 (a) 對照(一)及 (b) 深施兩種處理。

試驗設計均爲裂區，2 區集。小區面積 140m$^2$（40m×3.5m），即 5 行區 40m 長。行株距均爲70×25公分。

試驗四、整地與不整地及不同深度之播植行深犂‧肥料深施效果（本所90號田，1986年秋作。）

本試驗仍設整地及不整地兩主處理，再於各主處理區設置不同深度之播植行深犂‧肥料深施各副處理：即 (a) 對照；現行標準施肥方法（同試驗一、二及三），(b) 播植行深犂‧肥料深施 1.；係使用同試驗三之雙層施肥播種機將所需磷鉀肥之全量及氮肥之半量以 2：1 比例於播種時各深、淺施於播植行下約12.5公分處及播植溝旁，距種子約 5 公分，深約 3～5 公分處。餘半量氮肥則於膝高期追施。(c) 播植行深犂‧肥料深施 2.；除了播植行深犂‧肥料深施處理之深度爲 25公分外，餘與處理 (b) 同。各副處理區施肥量均同（N, $P_2O_5$, $K_2O$ 各 180, 135, 90 kg/ha）。

在本試驗中各副處理均設二區集，而兩個區集卻均排於同一主區內，故本試驗設計係一種主處理完全逢機之裂區設計（split plot design with main treatments arranged in completely randomized design）。小區面積爲 168m$^2$, 6行區，4.2m×40m。栽植密度爲70cm×25cm。

試驗五、播植行深犂‧肥料深施效果觀察試驗。

本試驗係在學甲兩試驗地，均在整地下進行。其施肥方法處理僅設 (a) 對照與 (b) 播植行深犂‧肥料深施兩種，其處理內容各與試驗四之 (a) 和 (c) 處理相同，各設 3 重覆。小區面積爲 315m$^2$，15行區 10.5m×30m。栽植密度爲 70cm×28cm。

試驗六、播植行深犂及基肥在深、淺層之不同條施比率效果試驗。

本試驗在太保以整地下進行。施肥方法處理設下列三種：(a) 對照；係用標準施肥方法（同以上各試驗），(b) 播植行深犂‧肥料深施 1；使用雙層施肥播種機將所需磷鉀肥之全量及氮鉀肥之⅔量以 2：1 比例於播種時各條施於播植行下約25公分處及播植溝旁，餘⅓量氮、鉀肥則於膝高期追施，(c) 播植行深犂‧肥料深施 2；除了基肥在深、淺層之分配比率調整爲 1：1 外，其餘與處理 (b) 相同。各處理區要素總用量均爲 N, $P_2O_5$, $K_2O$ 各 180, 90, 90 kg/ha，均設三區集。小區面積爲 105m$^2$，6行區 4.2m×25m。本次試驗因播種機稍有缺失，致缺株較多，實際行株距平均爲70×28.5cm。

3. 調查方法：

（1）於吐絲期自各小區採取植株各 4 株（密植區採 6 株），測定葉、莖、穗等器官之乾物重量及三要素含量，並以田中氏等[8]所述方法測定葉面積指數。

（2）於收穫期去除邊行後測定區內之子實及全植株乾物重量，平均每穗粒數和千粒重等。

（3）於收穫期試坑，調查剖面各層土壤之導電度（水：土＝5：1），硝酸含量及根點數。根點數係依據 Böhm 氏方法 [2] 所測。土壤剖面各層硬度（一種穿刺阻力）係使用山中式土壤硬度計所測。有效土層亦稱有效根羣域，係根可以伸長的土層厚度，一般以地表至硬層（硬度大於 30 bar 厚10公分）或至母岩的土層厚度表示 [7] 。

## 試驗結果

各試驗結果如表2,3,4,5及6.

**表2.** 整地下，播植行深犂・深施、栽植密度、氮素用量對玉米生育、收量之效果（試驗一、本所39號田，1983年秋作）。

**Table 2.** Effects of in-row subsoiling with deep banding of fertilizers, different densities and N rates on the growth and yield of corn under tilled condition. (Experiment 1, Wu-feng, fall crop 1983).

| Treatment | Placement / N (kg/ha) / Density | 對照 Ordinary 100 | 對照 Ordinary 200 | 對照 Ordinary 300 | 播植行深犂・深施 In-row subsoiling・deep banding 200 | 播植行深犂・深施 In-row subsoiling・deep banding 300 | 播植行深犂・深施 In-row subsoiling・deep banding 400 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grain yield[a] (t/ha) | $D_1$[b] | 5.21 | 6.36 | 6.50 | 6.68 | 7.18 | 6.69 |
| | $D_2$ | 5.32 | 6.37 | 6.66 | 7.49 | 7.19 | 7.12 |
| LAI at silking | $D_1$ | 2.27 | 2.82 | 2.87 | 2.77 | 3.05 | 3.01 |
| | $D_2$ | 2.40 | 3.18 | 3.61 | 3.50 | 3.52 | 3.60 |
| D. W. (t/ha) at silking | $D_1$ | 4.43 | 5.29 | 5.28 | 4.24 | 4.80 | 6.26 |
| | $D_2$ | 4.19 | 5.58 | 7.01 | 5.69 | 5.93 | 5.14 |
| D. W. (t/ha) at maturity | $D_1$ | 9.6 | 11.0 | 11.3 | 12.3 | 13.1 | 12.8 |
| | $D_2$ | 11.1 | 10.5 | 12.0 | 12.4 | 13.0 | 13.1 |
| Percentage in leaves at silking (mean of $D_1$&$D_2$) | N | 2.75 | 3.08 | 3.19 | 3.17 | 3.32 | 3.36 |
| | P | 0.22 | 0.24 | 0.25 | 0.25 | 0.26 | 0.26 |
| | K | 2.55 | 2.27 | 2.43 | 2.49 | 2.40 | 2.43 |
| Grain no./$m^2$ $\times 10^3$ | $D_1$ | 1.97 | 2.41 | 2.36 | 2.51 | 2.57 | 2.49 |
| | $D_2$ | 1.97 | 2.38 | 2.53 | 2.73 | 2.66 | 2.71 |
| 1,000 grain wt. (g) | $D_1$ | 265 | 264 | 276 | 267 | 279 | 270 |
| | $D_2$ | 271 | 268 | 263 | 275 | 271 | 263 |

a 每數據均爲2區集之平均值。NPK 含量各數據則爲2種栽植密度，各3區集，共6區集之平均值。

b $D_1$ 及 $D_2$ 各代表栽植密度5.71及7.41 株 /$m^2$ ，即行株距各爲70×25 及 70×20cm。

試驗一栽植密度與氮肥之連應業於前報 [10] 討論。因本文討論重點在於播植行深犂・肥料深施之效果，乃將表2不同栽植密度（$D_1D_2$）之各處理收量加以平均以便比較，如圖2。

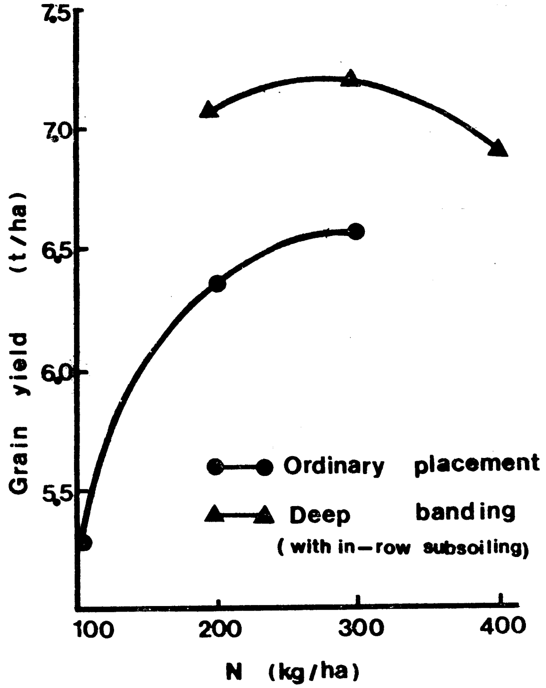



圖2.霧峰玉米收量對氮素用量和播植行深犂・肥料深施之效應（霧峰，臺農351號，1983秋作）。

**Fig. 2.** Nitrogen responses under two methods of fertilizer placement. (Mean of two spacings each with two replications, TNG 351, 1983 fall crop, Wu-feng).

表3. 整地下，播植行深犂・深施對玉米收量之效果及土壤間差異（試驗二、本所52號田及二崙，1984年秋作）

**Table 3.** Effect of in-row subsoiling with deep banding of fertilizers on corn yield under tilled condition, and the locational difference. (Experiment 2, Wu-feng and Erh-lun, fall crop 1984)

| Location / N (kg/ha) / Placement | 霧峰 | | | 二崙 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 150 | 225 | Mean | 150 | 225 | Mean |
| 對照 Ordinary | 5.97[b] | 5.99[b] | 5.98[b] | 5.85[a] | 5.89[a] | 5.87[a] |
| 播植行深犂・深施 In-row subsoiling・deep banding | 6.65[a] | 6.63[a] | 6.64[a] | 5.81[a] | 6.26[a] | 6.04[a] |

同一直列數據中字母不相同者表示差異達 5 %顯著性。以下各表均同。

Data with different letters within the same column are significantly different at 5% level. The same is applicable to the following tables.

表4. 整地與不整地下，播植行深犂和肥料深施對玉米收量之效果（試驗三、本所51號田，1985年秋作）

**Table 4.** Effects of in-row subsoiling with deep banding of fertilizers on corn yield under tilled and no-tilled conditions. (Experiment 3, Wu-feng, fall crop 1985)

| Tillage / N (kg/ha) / Placement | 整地 Tilled | | | 不整地 No-till | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 150 | 210 | Mean | 150 | 210 | Mean |
| 對照 Ordinary | 4.65[c] | 4.77[c] | 4.71[c] | 4.73[a] | 4.95[a] | 4.84[a] |
| 播植行深犂・深施 In-row subsoiling • deep banding | 5.53[a] | 5.81[a] | 5.67[a] | 5.19[a] | 4.95[a] | 5.07[a] |
| 播植行深犂，但施肥法同對照 In-row subsoiling • ordinany placement | 5.01[b] | 5.32[b] | 5.17[b] | 4.93[a] | 4.79[a] | 4.86[a] |

表5. 整地與不整地下，不同深度播植行深犂・深施對玉米收量和收量構成要素之效果（試驗四、本所90號田，1986年秋作）

**Table 5.** Effect of different depths of in-row subsoiling with deep banding of fertilizers on the yield and yield components of corn under tilled and no-tilled conditions. (Experiment 4, Wu-feng, fall crop 1986).

| Placement | 收量 Yield (t/ha) | | | 子粒數 $10^3/m^2$ grain no. $10^3/m^2$ | | 千粒重 (g) g/1,000 grains | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 整地 Tilled | 不整地 No-till | Mean | 整地 Tilled | 不整地 No-till | 整地 Tilled | 不整地 No-till |
| 對照 Ordinary | 4.95[c] | 5.62[b] | 5.28[c] | 1.78 | 2.07 | 277 | 282 |
| 播植行深犂・深施 深度25公分 In-row subsoiling • deep banding, depth 25cm | 6.61[a] | 6.58[a] | 6.59[a] | 2.40 | 2.27 | 284 | 286 |
| 播植行深犂・深施 深度12.5公分 ibid, depth 12.5cm | 5.73[b] | 6.32[ab] | 6.03[b] | 2.00 | 2.19 | 279 | 281 |

表6. 整地下，播植行深犂・深施在學甲二土系地點對玉米收量（t/ha）之效果（試驗五，學甲1986年秋作）

**Table 6.** Effect of in-row subsoiling with deep banding of fertilizers on corn yield (t/ha) under tilled condition at Shueh-chia. (Experiment 5, Shueh-chia, fall crop 1986).

| Location / Placement | 學甲 1（岸內系） | 學甲 2（將軍系） |
|---|---|---|
| 對照 Ordinary | 5.95[a] | 5.94[a] |
| 播植行深犂・深施 In-row subsoiling • deep banding | 6.00[a] | 5.75[a] |

表7. 整地下，播植行深犂及基肥在深、淺層不同條施比率之效果（試驗六，太保，1987年秋作）

**Table 7.** Effects of in-row subsoiling with different ratio of fertilizer banding to the subsurface and subsoil layers under tilled condition. (Experiment 6, Tai-pao, fall crop 1987).

| Fertilizer treatment | | Grain yield | |
|---|---|---|---|
| Placement | Ratio subsurface:subsoil | t/ha | Index |
| 對 照 Ordinary | — | 3.6[b] | 100 |
| 播植行深犂・深施 In-row subsoiling・deep banding | 1 : 2 | 4.15[a] | 115 |
| 同 上 ibid | 1 : 1 | 3.63[b] | 101 |

由以上結果（表１－７及圖２）可見，播植行深犁同時深施肥料之效果在霧峰各田及太保非常顯著，而其他地點則否。效果之顯現與否與土壤性質及深犁之程度有關。爰將有關玉米生育性狀和土壤因子分別敍述，加以討論。

## 討 論

1.播植行深犁・肥料深施對玉米收量之效果及有關生育性狀。

播植行深犁・肥料深施之處理（簡稱深施處理）在霧峰本所 39 、 52 、 51 和 90 號田均較對照區（標準施肥方法）顯著增產；增產量各達 715（表２及圖２），680（表３），960（表４整地區）及1310（表５整地與不整地平均）kg/ha，增產率各達11,11,20及25%。深施區之氮肥效率亦較對照區顯著的高；氮需要量較對照區約可節省 50 kg/ha ，合施肥量之約 20%，如圖２所示。另一試驗[4]以 $N^{15}$ 標識氮肥探討氮肥利用率，結果亦示深施區之利用率較對照區爲高，在氮素用量 200 kg/ha 下各爲36及24%。

深施處理在太保一地亦有顯著效果（增產率達15%），惟深施處理在二崙、學甲等地則效果並未顯著（表３及６）。

楊等[13,14]亦示轉作田之肥料深施對玉米之顯著效果，惟渠等係使用中耕機開溝，溝寬較大（20～25公分），相當於局部深耕後之肥料深施，或爲全面深耕（60～70公分）後之肥料深施，與本試驗使用狹窄的深犁（寬僅４公分），對土壤之攪動較小，所耗能量較小，同時施肥播種，等有許多差異。

爲施行深施處理，本試驗係使用一種以深耕犁和淺犁所組合之雙層施肥播種機將所需磷、鉀肥之全量及氮肥之半量於播種的同時，以２：１比例各深、淺施於播植行下深約25公分處及播種溝旁，餘半量氮肥則於膝高期追施（試驗一及二在基、追肥比率上略有差異）。對照區之施肥亦以所需磷、鉀肥之全量及氮肥之半量當基肥，但係使用一般施肥播種機將之淺施於播種溝旁；或挨玉米苗長出後以人工淺施於株旁；餘半量氮肥亦於膝高期追施。故深施處理與一般施肥之差異在於深耕犁行走時所增耗的能量。據估計本試驗70公分行距，行寬４公分、深25公分（土壤硬度平均29 bar）之播植行深犁，每公頃約需增耗 406,000 K Jole 能量，相當於柴油39.4公升（實驗值與估計值亦相當符合），折算新臺幣爲 430元，相當於現今收購價格之玉米約 30公斤。由於本試驗顯示深施處理平均可以增產玉米900 kg/ha，故此項能量之消耗應甚值得。

深施區之玉米生育自膝高期即較對照區略優，而這種差異於吐絲期以後更加顯著；就同一氮肥用量而言，吐絲期深施區之 LAI 較對照區差異不多（表２），但吐絲期～成熟期間單位 LAI 所獲乾

物量（△W/LAI）則深施區顯著於對照區；玉米之氮、磷吸收量亦以深施區顯著高於對照區，而其在吐絲期～成熟期間之差異顯著大於吐絲期以前者，此等關係業於前報[10]討論。故同一 LAI 玉米羣體所獲收量以深施區顯著高於對照區（圖 3 上）。

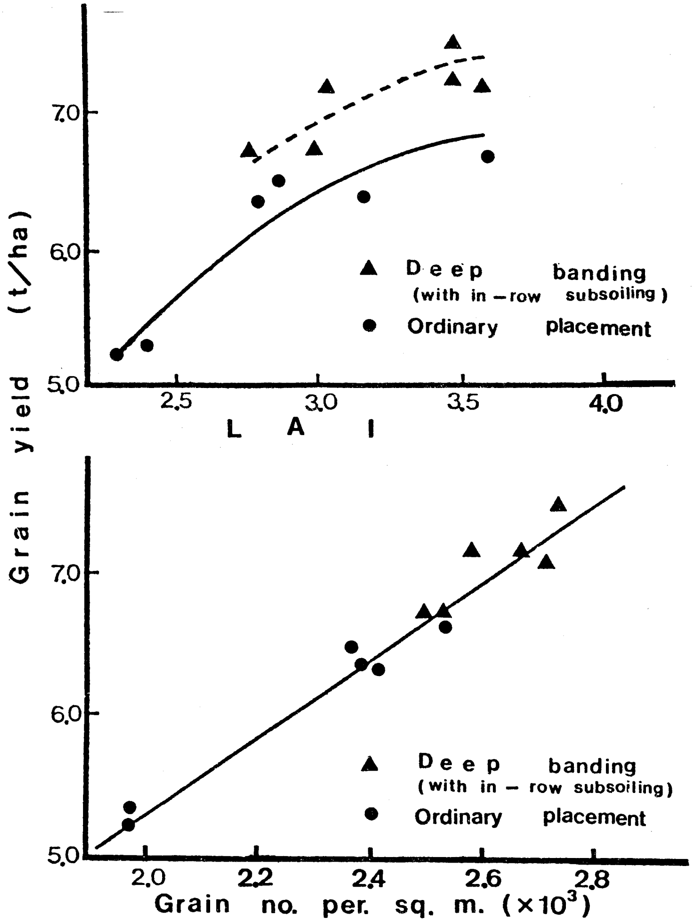



**圖3.** 玉米收量與吐絲期葉面積指數及收穫期單位面積子粒數之關係及播植行深犂・深施之效果（，霧峰1983秋作）

**Fig. 3.** Relation between grain yield and leaf area index (LAI) at silking stage and grain no./m$^2$ under two methods of fertilizer placement (TNG 351, 1983 fall crop, Wu-feng).

由圖 1 霧峰土壤剖面之硬度分布判斷25公分深程度之播植行深犂只能局部破壞犂底層，但由圖 4 可見此程度之播植行深犂・肥料深施已對玉米根系之發展獲有相當良好的效果。由該圖可見，就玉米植株兩側各 0～15公分範圍之土壤剖面而言，深施區之養分（以導電度表示；據另測結果導電度與硝酸含量有正相關關係）分布顯然較深；以深15～25公分處養分濃度最高，並及於深30～35公分處。對照區之養分分布較淺；高濃度之養分聚積於 0～10公分表層。各土層之根數亦與該土層之養分濃度有密切正相關；對照區之根系顯然較淺而深施區則反之。

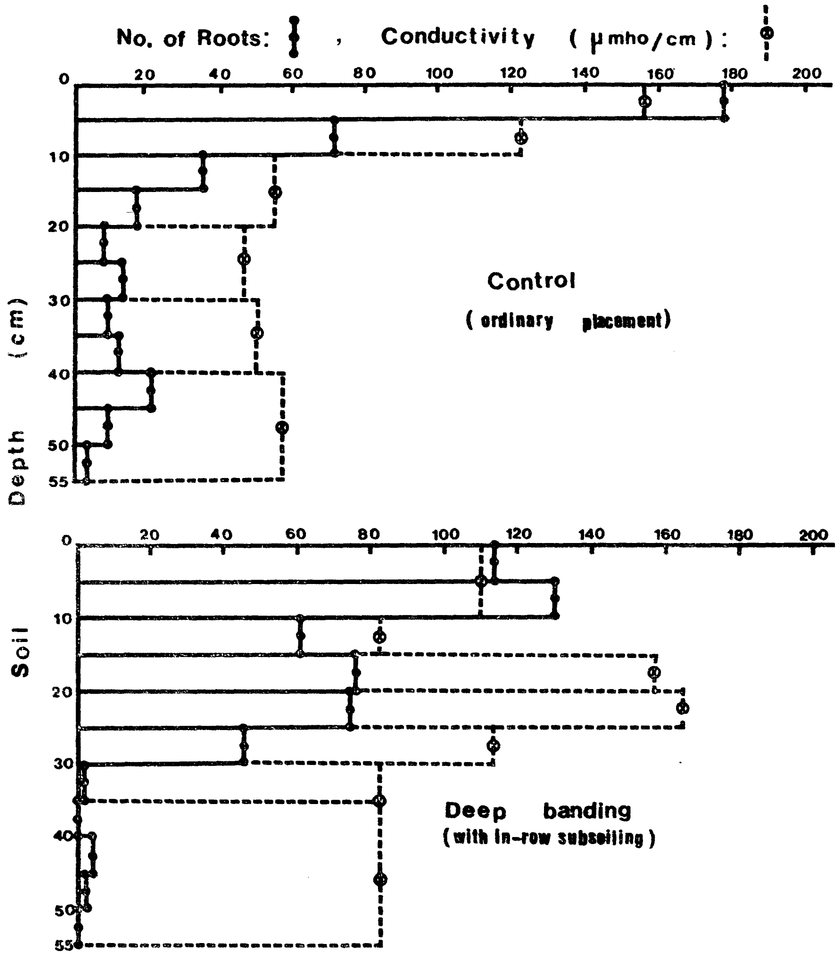



圖4. 肥料深施區及對照區植株旁0～15公分土壤剖面玉米根分布與養分濃度（以水土比5：1之導電度表示）之關係。（霧峰，1986秋作，收穫期）

**Fig. 4.** Distribution of roots associated with that of nutrient concentration (measured as conductivity of the soil extract) in two soil profiles with and without in-row subsoiling • deep banding of fertilizers. (Wu-feng, at harvest, fall crop 1986).

以上結果顯示播植行深犁•肥料深施可顯著促進根系往底土之發展，使自吐絲期前後以至成熟期之氮、磷吸收量顯著增加，因此該期間之葉片純同化率顯著增加，而使單位面積之谷粒數顯著增加（圖3下及表5），終致子實收量之顯著增產。

2.播植行深犁和肥料深施效果之比較。

表4示在整地下，播植行深犁較對照區增產子實10%，而播植行深犁與肥料深施之綜合處理則較對照區增產20%，可見播植行深犁•肥料深施之效果至少有一半應歸功於播植行深犁（in-row subsoiling）。

3.不同深度播植行深犁•肥料深施效果之比較。

表5示深度25公分之播植行深犁•深施較對照區平均增產25%，而其一半深度之處理則只增產14%；深度25公分處理之增產效果顯著優於其一半深度者，可見播植行深犁•深施之推薦應暫以不小於25公分爲宜。

由圖1剖面土壤之硬度分布可以推測深度大於25公分之播植行深犁•深施效果可能高於深度25公分者，但因顧及所耗能量較大及所使用之施肥播種機限制，本試驗並未作一步之探討。

4.整地與不整地下播植行深犂•深施之效果。

表4曾示，深施處理之增產效果在整地下非常顯著，而在不整地下則否。其原因可能與深耕犁行走時掀起底土土塊，影響苗床之物理性有關。經改善播種溝土壤之物理性（所使用之雙層施肥播種機附加破土輪打碎土塊並予壓實）後其效果已顯著提高，接近於整地者，如表5之結果所示。

據 Naderman 等[5,6] 播植行深犂在中質地底土中存有硬盤之地區可顯著促進玉米根系在土中之伸展，改善養、水分吸收而獲得增產。此種播植行深犂在底土較粘地區，效果卻適得其反，因會掀起土塊影響苗床物理性故。

5.不同土壤之播植行深犂•肥料深施效果。

由以上試驗結果可見肥料之深施處理在霧峰（本所）四處及太保一處均獲增產效果，但在二崙一處及學甲兩處卻否（如表3及6）。由圖1可見霧峰及太保之土壤剖面硬度顯著高於二崙或學甲之兩種土壤；土壤之硬度以及犁底層之存在亦以霧峰和太保最爲顯著，而且位置最高，而二崙和學甲則否。霧峰和太保之耕土和犁底層硬度均已超過一般公認之作物根伸長阻礙之機械阻力（30 bars）[7]，更遠超過所謂之作物根羣發達良好層的條件[7]（硬度＜ 10 bar，固相率＜52～53，水分率＞18～23，空氣率＞13～17），雖然 Gerard 等[4] 更指出不同質地土壤阻礙作物根伸長之機械阻力臨界值，互有很大差異（25-70 bar）。

土壤硬度係土壤之粒徑組成、密實性和水分狀態的綜合表現[15]，關係土壤的孔隙量、有效水分含量和根伸展的機械阻力，爲根系能否良好發展的重要指標；即土壤硬度大，不單對根伸長之機械阻力大，其密實性亦可能阻礙根的呼吸和養分的擴散速率以致根的伸展受阻（蓋土壤硬度大、總體密度大、孔隙率小），但無論經由何種途徑，土壤硬度大於上述限值（30 bar）的土層（即硬層）在剖面出現的位置會嚴重影響作物根的發展或限制其發展之空間（即有效土層或有效根羣域深）則爲事實，更何況據報告[7]，即在有效土層內，其土壤硬度如大於 10 bar 亦已對根系的良好發展不利。故以10—30公分土層之平均硬度或硬度大於 30 bar 的硬層位置（即有效土層厚度）作爲根系發展的土壤物理性指標，甚爲實際而且重要。

土壤硬度一般係以硬度計（如山中或硬度計）測之，其測值雖受土壤水分含量之影響很大，但實際上因其測定都在田間容水量上下的安定狀態爲之，故除特殊情形外，並不需多慮水分差異的影響[15]。即使水分含量有影響，如該水分狀態亦是該土壤的常態特質，則該水分狀態下所測土壤硬度亦具實際意義[15]。

圖1示霧峰和太保之土壤硬度均大而且犁底層（硬層）之位置亦較高（地面下15公分左右），田間實際觀察其根系亦侷限於 0-15公分表層，而深施處理則可使植株旁寬 10-20公分、深 20-30公分範圍的土壤硬度減小，玉米根系在該範圍內亦有顯著的發展（圖4），故對玉米生長，尤其是後期之養分吸收有利。

至於二崙和學甲兩處土壤則其硬度較小，而且其有效土層均大於50公分。其作物根在正常狀態下已可伸展到20—25公分土層，故再以20—25公分程度之深施處理當不致收到顯著效果。二崙一地下不需肥料之深施處理，只需在適當的栽植密度與肥料量的配合下即可獲得接近 9 t/ha 之高產，前報[10] 已予討論。

不同地點之深施效應與各地 10-30公分土層之平均硬度有顯著正相關，如圖5所示，顯示土壤硬度大或有效土層淺阻礙玉米根系發展乃轉作田玉米生長之主要限制因子。故今後有關技術之推廣及耕耘制度之進一步研究均應注意及土壤硬度及其在土層的位置以期更大效果。

本省土壤調查報告中有效土層（有效根羣域深）、根羣發達良好土層（主要根羣域深）等有關作物立地條件之資料甚缺。此等項目在日本土壤調查和土壤診斷中早已列爲旱田生產力的重要指標。鑑

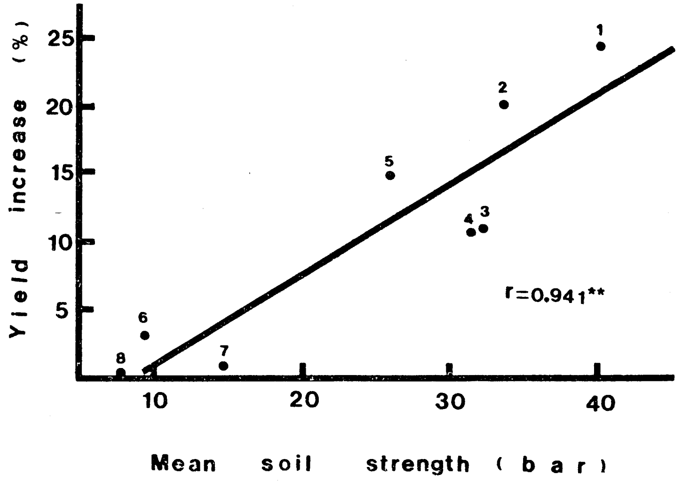



圖5. 各地10—30公分剖面土壤之平均硬度與播植行深犁・深施效應之關係。符號 1 ～ 8 ，詳 圖 1 。(TNG 351, 1983～1987 秋作）。

**Fig. 5.** Relationship between mean soil strength of 10-30cm profile and percentage yield ressponses to in-row subsoiling・deep banding (TNG 351, 1983-1987 fall crops).

於本試驗所示有關性質在旱田生產力之重要性，今後有關資料之補充以及其基準之進一步檢討應甚重要。

6.播種行深犁及基肥在深、淺層不同條施比率之效果。

以上各試驗之播種行深犁・肥料深施處理係播種時使用雙層施肥播種機，將基肥分 2 ： 1 比例各條施於深層（即播植行下約25公分處）及淺層（即播植溝旁）者。太保試驗地之結果（表 7 ）亦顯示其效果顯著，但同試驗中基肥分各半條施於深層及淺層者，效果卻顯然不如分 2 ： 1 比例條施者；可見多量氮肥一次淺施，其損失機會顯然較大。

## 誌 謝

本試驗經費承農業委員會農建計畫補助，所用變層施肥播種機承本所農機系黃禮棟先生配合研製，田間試驗承本系向為民先生協助，謹致謝忱。

## 參考文獻

1. Baker, J. L. and D. R. Timmons. 1984. Effect of method, timing, and number of fertilizer applications on corn yield and nutrient uptake. P. 197. Agronomy Abstract. 1984 Annual Meetings.
2. Böhm, Wopfgang. 1979. Method of Studying Roots Systems. Springer-Verlag, N. Y., USA.
3. Gerard, C. J., P. Sexton and G. Shaw. 1982. Physical factors influencing soil strength and root growth. Agronomy J. 74 : 875-879.
4. Lian, S. 1986. Characteristics of corn production in the drained paddies and their fertility managements in Taiwan. P. 65-92. Soils and Fertilizers in Taiwan 1986.
5. Naderman, G. C. and G. W. Randall. 1984. Tillage for corn production on the Coastal Plain. P. 5-7 in Corn Production Systems: 1984 Coastal Plain Supplement. The North Carolina Agri. Extension Service, Raleigh, N. C.
6. Naderman, G. C. 1986. Subsurface Compaction & Subsoiling in North Carolina, An Overview. The

North Carolina Agricultural Extension Service. Raleigh. N. C.

7. 三好洋・1972・根群發達の良好な土壤條件からみた畑地の有效土層檢討（第一報）。日本土壤肥料學雜誌43（3）：92—97。

8. 田中明、山口諄一、藤田耕之輔・1969・トウモロコシの營養生理學的研究（第3報），窒素施與量および栽植密度が乾物生產と子實收量に與える影響。日本土壤肥料學雜誌40：498—503。

9. 行政院農業發展委員會，臺灣省政府農林廳編印（1983修訂），作物施肥手册 P. 35-39. 。

10. 連 深、王鐘和・1988・轉作田玉米生育特性及肥培管理，1.子實收量之期作間和土壤間差異及有關因素。中華農業研究37（1）32—46：。

11. 梁鉅榮・1977・臺灣水稻田土壤之生育及其特質。中華農學會報（新）XCV11, 61～75。

12. 郭鴻裕、林登鴻、向為民・1985・玉米根系分布與土層硬度之關係。臺灣省農業試驗所民國七十四年年報。

13. 楊策群、朱德民、陳世雄・1935・水田轉作玉米之土壤物理性改良對策。P. 167-190，七十四年度土壤肥料試驗示範報告（糧食作物），臺灣省政府農林廳。

14. 楊策群、朱德民、陳世雄・1986・稻田轉作玉米土壤物理性改良與肥料管理研究，P. 214-234，七十五年度土壤肥料試驗示範報告（糧食作物），臺灣省政府農林廳。

15. 山中次郎、松尾憲一・1962・土壤硬度に關する研究 1.土壤硬度と含水量との關係。日本土壤肥料學雜誌33（7）：343—347。

# Characteristics of Corn Production in the Drained Paddies and Their Fertility Managements

## 2. Effect of in-row subsoiling with deep banding of fertilizers

S. Lian


### Summary

Effects of in-row subsoiling with deep banding of fertilizers were tested on eight locations of drained paddies which differ in compactness in the subsoils during 1983~1987. The subsoiling with deep banding of fertilizer was conducted by a mechanized planter • fertilizer applicator attached with subsoilers so that 2 : 1 portions of the basal fertilizers were banded simultaneously to the depth about 25cm beneath and 5cm beside seed rows, respectively. The basal fertilizers consisted of the total amount of phosphate and potassium fertilizers and one half (or two third) of the nitrogenous fertilizer required for the crop. The remainder half (or the remainder one third) of the nitrogen was applied as top dressing at the knee-high stage.

The effect of in-row subsoiling with deep banding was found generally significant in the drained paddies diverted for corn production; An yield increase of 0.7~1.3 t/ha, corresponding to 11~25% of the check yield as well as a higher fertilizer efficiency which save about 20% of the nitrogenous fertilizer were obtained in the paddies with high soil strength (mean penetrometer resistance greater than 30 bars) and significant plow pan in the 10~30cm stratum.

About one half of the effect was attributed to that of subsoiling itself and the effect of 25cm subsoiling was superior than that of 12.5cm.

The effect of in-row subsoiling with deep banding, however varied considerably among locations; There was a significant positive correlation between the mean strength of 10-30cm layer soil and the yield response to the in-row subsoiling with deep banding of fertilizers, indicating that either mechanical resistance or compactness of the soil that restrict root development is a main factor limiting the growth of corn in the drained paddies.


keywords: paddy field diversion, corn production, tillage, no-tillage, in-row subsoiling, deep banding of fertilizers.

---

1. Contribution No. 1405 from Taiwan Agicultual Research Institute.

2. Soil scirntist, Departmant of Agricultual chemistry, TARI, Wu-feng, Taichang, Taiwan, R, O. C,

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(2)：165～176（1988）

# 轉作玉米田土壤肥力限制因子研究[1]

李　子　純[2]

**摘要**　本研究係利用廳屬各農改場設於全省之轉作玉米田適栽標準栽培區進行者，研究期作及地點包括73年秋作共46點，74年春作共32點。進行方法爲於各標準栽培區整地施肥前採取其土壤樣本及剖面，前者作各項理化性質分析，後者爲瞭解各試區土系及底土性質、排水狀況等。玉米發芽後30—45日採取植株樣本作葉片分析，以明瞭其營養狀況，並利用「診斷推薦綜合系統」（DRIS）方法計算各養分之指數（DRIS indices），尋找限制因子，以與土壤分析資料對照。收獲後記錄其產量，目的爲探討本省各地轉作田之土壤肥力限制因子。同時在各標準栽培設無磷區，不施磷肥，以比較磷肥效果，期能獲得轉作田之玉米磷肥診斷標準。所得結果如下：

1.土壤性質與玉米產量的相關分析顯示玉米產量僅與土壤田間容水量成顯著負相關關係。土壤水分影響玉米發芽率及生長，與玉米產量確有最密切的關係。
2.轉作田土壤磷肥需要量無法依土壤有效磷（Bray P 或 Olsen P）含量高低決定。但由各試區內無磷區產量均無超過施磷區者可知磷肥對轉作田的重要。
3.磷肥效果以春作較高。無磷區產量百分率（NK/NPK×100）春作平均爲 81.8，秋作爲 89.7。其中又以北部及臺東地區磷肥效果最高。
4.土壤分析資料顯示轉作田土壤中，Fe、Mn 及 Mg在土層中均有明顯下移現象，而有效性P、K含量則表土遠高於底土。植物分析資料及由其計算出的 DRIS指數更顯示玉米生長前期（發芽後至45日）普遍缺P、Mn及 Mg而以 K含量最高。玉米生長前期，土壤中較高的鉀含量顯然已經抑制玉米對Mg及Mn的吸收。
5.在針對前項限制因子改良的副試驗中，的確證實P及 Mn的重要，而鉀的效果則只在排水較差地區較爲明顯。

旱田與水田性質迥異[3,6]，本省農田經長期種植水稻後，轉作玉米，土壤肥力應有需要改進或注意之問題存在，極需探討。又磷肥對旱作的效果遠大於水稻，尤其對新由水田轉作之旱田，其磷肥需要量或更爲不同。玉米磷肥需要量之診斷雖已有上年度本所及各改良場合作之三要素肥料需要量試驗[1]，然仍有在較多地點探討之必要。

新興之「診斷推薦綜合系統」（Diagnosis and Recommendation Integrated System or DRIS）[2,9,10] 方法係利用葉片分析診斷作物營養狀況，此法係爲克服過去利用「臨界濃度」（Critical concentration）或「適量範圍」（Sufficiency range）診斷時，必須受採樣時間、部位，作物品種及地域等限制之缺點而設計。其方法係依各要素間的平衡關係作成各營養素的指數，此指數有正負及高低，但各指數相加之總和必爲零，負數愈大即表示產量受其限制愈大，爲極佳之診斷推薦方法。本研究中也將試予採用，與土壤分析資料配合，以探尋本省轉作玉米田的土壤肥力限制因子。

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1406 號。本研究承行政院農業發展委員會補助，謹此致謝。
2.本所農業化學系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3.李研究員子純不幸於77.5.6逝世，本刊深表悼念並緬懷其在土壤肥力試驗研究方面之卓越貢獻。

## 材料及方法

(一) 試驗期作：73年秋作及74年春作

(二) 實施地點：包括農林廳所屬各改良場設於全省之玉米適栽調查標準栽培區73年秋作共46點。74年春作共32點，各場之點數如下：

| | 73 年 秋 作 | 74 年 春 作 |
|---|---|---|
| 臺東場 | 5 | 5 |
| 花蓮場 | 5 | 5 |
| 桃園場 | 7 | 8 |
| 臺中場 | 10 | 5 |
| 臺南場 | 12 | 9 |
| 高雄場 | 7 | 0 |
| 合計 | 46 | 32 |

(三) 試驗處理：各適栽調查標準栽培區之面積均為 500m²，以其中 100m²設無磷區，不施磷肥，無重複。

(四) 調查及分析項目：

1.土壤採樣分析：各試區整地施肥前採取其表土（0-20cm）及底土（20-40cm）樣本（73年秋作僅採表土）作各項理化性質分析，項目包括土壤PH，有機質，CEC，交換性 Ca、Mg、K，有效性 P、K、活性鐵、易還原性錳、質地及田間容水量等。同時採取土壤剖面以明瞭其土系及底土性質、排水情形等。

2.植物採樣分析：玉米發芽後30—45日採取各試區之玉米植株樣本，分析其全株葉片，吐絲期採取穗葉作葉片分析，以明瞭其營養狀況，分析項目包括 N、P、K、Ca、Mg、Zn、Mn、Cu、Fe等九項。

3.收獲後記錄其產量。

(五) 統計分析：

1.玉米產量與土壤理化性質的相關分析。

2.玉米產量與植物營養要素含量的相關分析。

3.不同時期玉米葉片養分含量以DRIS方法計算各養分的DRIS指數。

## 結果及討論

(一) 土壤性質與玉米產量：

本研究中之土壤曾作詳盡之理化性質分析共21項目，並將各項性質分別與玉米產量作迴歸分析。玆將兩作玉米產量與其土壤之重要理化性質之單相關係數列於表 1（其他性質與產量間無顯著相關者未列出）。

由於玉米產量受地區及氣候的影響很大，尤其東、西部無法同時比較，故表 1 中除有全省的資料外，另有分為東、西兩部分者。玆分兩作討論如下：

1.73年秋作：

由表 1 知在73年秋作中全省43觀察區與產量之關係達顯著程度之土壤性質只有田間容水量

**表1.玉米產量與土壤性質間的單相關係數**

| 年度 | 土層 | 地區 | 樣本數 | PH | O. M. | CEC | Ex. Ca | Ex. Mg | Ex. K | Easi. red. Mn | Free Fe | % Sand | % Clay | % Silt | Field Capacity |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 73 | 表土 | 全省 | 43 | 0.147 | −0.173 | −0.200 | −0.032 | −0.092 | −0.290 | −0.048 | −0.67 | 0.098 | −0.002 | −0.119 | −0.308* |
| | | 東部 | 10 | 0.660* | −0.275 | −0.115 | 0.434 | −0.103 | −0.212 | 0.304 | −0.197 | 0.131 | −0.072 | −0.088 | −0.102 |
| | | 西部 | 33 | 0.038 | −0.157 | 0.227 | −0.180 | 0.133 | −0.055 | 0.001 | −0.020 | 0.089 | 0.008 | 0.118 | −0.160 |
| 74 | 表土 | 全省 | 29 | −0.345 | 0.363* | 0.189 | −0.245 | −0.142 | −0.005 | −0.336 | −0.081 | 0.095 | 0.136 | −0.182 | 0.038 |
| | | 東部 | 10 | 0.072 | −0.074 | 0.148 | 0.024 | 0.341 | 0.154 | 0.110 | −0.044 | −0.024 | 0.226 | −0.117 | −0.065 |
| | | 西部 | 19 | 0.048 | 0.550* | 0.446 | −0.100 | −0.038 | 0.260 | −0.309 | −0.089 | −0.167 | 0.276 | 0.093 | 0.280 |
| | 底土 | 全省 | 28 | −0.297 | 0.098 | 0.149 | −0.316 | −0.210 | −0.020 | −0.291 | 0.532** | 0.164 | 0.289 | −0.406* | −0.141 |
| | | 東部 | 9 | 0.313 | −0.166 | 0.187 | 0 | 0.434 | −0.392 | 0.114 | 0.529 | −0.062 | 0.265 | −0.063 | 0.067 |
| | | 西部 | 19 | −0.14 | 0.224 | 0.174 | −0.151 | −0.098 | 0.026 | 0.266 | 0.578* | −0.07 | 0.311 | −0.140 | 0.030 |

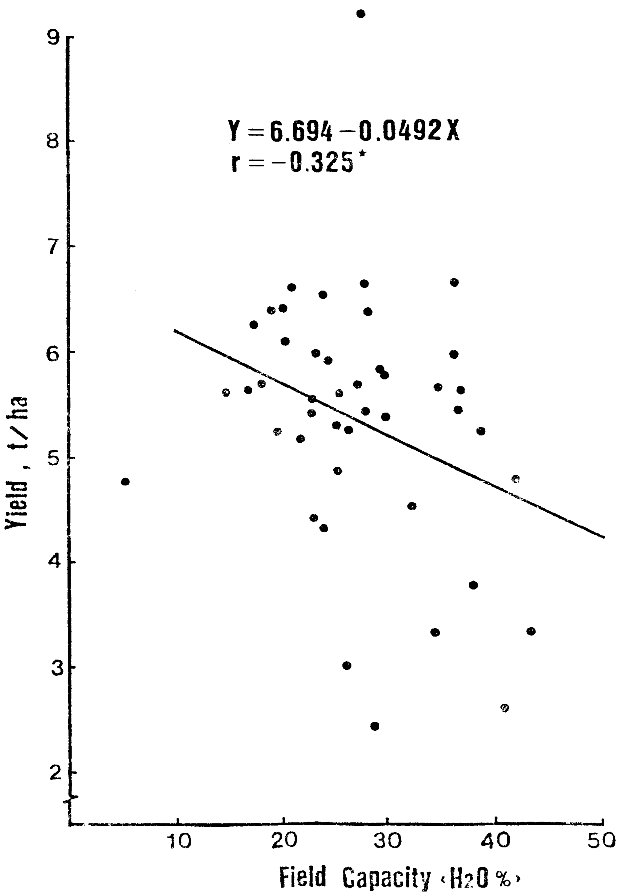



圖1.玉米產量與土壤田間容水量的相關關係

，與其他土壤性質之關係均不顯著。玉米產量與田間容水量呈 5 %顯著程度的負相關關係（圖 1）。顯示田間容水量高者，也即土壤質地較細者，玉米產量較低。土壤水分影響玉米的發芽率及生長。對玉米產量的影響的確大於土壤其他性質。

如將東、西部分開計算，則東部地區（包括臺東、花蓮）十處之產量僅與土壤性質中之 PH 呈 5 %顯著之正相關關係（表 1，其關係繪於圖 2。圖中各點之數字代表地點：1－5 爲臺東；6－10爲花蓮。此圖顯示花蓮地區之玉米產量與土壤PH之關係似更密切。

73年秋作東部地區十標準栽培區之玉米產量及主要土壤性質列於表 2。由此表知十處土壤之 PH在5.0至7.7之間。PH對產量的影響通常係由於 PH與其他土壤性質之關係而起。經迴歸分析結果，PH僅與土壤交換性鈣及有效磷間有顯著的相關關係，單相關係數依次爲：r＝0.834**及－0.743*(Bray P)，－0.726*(Olsen P)。

本報告前已述及新由水田轉爲旱田之土壤有效磷含量無法以Bray或Olsen法測得之磷表示，則其與玉米產量之關係可不必重視。因此玉米產量即僅與土壤中交換性鈣含量有顯著正相關關係：含鈣高的土壤玉米產量較高。經查玉米與鈣的關係並不顯著（ $r=0.439^{ns}$ ）。表 2 的資料也顯示在臺東池上與成功兩地含鈣均高，而產量却相差懸殊。此二試區同爲有機物、CEC 及交換性鈣高之黑色土，但成功的土壤遠較池上粘重，Clay 含量依次爲42%及19%，故成功的玉米產量遠低於池上，足見質地對產量影響之巨，過細的質地不利於玉米生長。

表 1 顯示西部33標準栽培區的玉米產量與土壤性質間全無顯著相關關係。

2.74年春作：

由表 1 知74年春作中，與玉米產量關係達顯著平準之表土土壤性質僅土壤有機質含量。在三要素肥料中，玉米需要量最多者仍爲氮肥、故與土壤有機質之正相關關係應可想像。又與底土中活性鐵含量成 1 %顯著之正相關關係，顯示底土中Free Fe含量高者，玉米產量較高。底土Free Fe含量高多爲表土淋洗較多也即排水較佳者，結果與一期作甚相符合。

表2. 73年秋作東部玉米適栽標準栽培區玉米產量及主要土壤性質

| 地 點 | | 產 量 kg/ha | pH | O. M. % | CEC | Ex. | | | % | | Field Cap. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Ca me/10 | Mg | K | Clay | Silt | |
| 臺 東 | 太 麻 | 6,659 | 7.7 | 1.3 | 2.89 | 21.38 | 0.63 | 0.063 | 15.6 | 71.1 | 36.51 |
| | 豐 谷 | 5,778 | 5.7 | 1.9 | 6.11 | 3.50 | 0.76 | 0.243 | 12.6 | 45.7 | 29.83 |
| | 豐 樂 | 5,664 | 5.6 | 1.4 | 5.38 | 3.00 | 0.72 | 0.166 | 14.8 | 57.5 | 34.59 |
| | 池 上 | 5,824 | 6.4 | 2.3 | 22.65 | 12.00 | 3.81 | 0.442 | 18.8 | 37.5 | 29.45 |
| | 成 功 | 3,324 | 5.9 | 4.7 | 44.62 | 18.00 | 14.72 | 0.780 | 41.8 | 42.5 | 43.40 |
| 花 蓮 | 玉 里 | 3,333 | 6.0 | 2.0 | 4.91 | 3.38 | 0.44 | 0.128 | 15.2 | 59.5 | 34.79 |
| | 玉 里 | 4,317 | 6.9 | 1.7 | 28.87 | 16.00 | 3.71 | 0.895 | 13.2 | 28.3 | 24.27 |
| | 富 源 | 2,593 | 5.0 | 3.8 | 9.83 | 3.13 | 0.41 | 0.409 | 16.2 | 64.1 | 41.00 |
| | 鳳 林 | 2,433 | 5.4 | 0.5 | 3.75 | 1.75 | 0.26 | 0.281 | 8.0 | 62.7 | 28.91 |
| | 鳳 林 | 3,000 | 5.1 | 1.8 | 7.92 | 2.68 | 0.30 | 0.148 | 13.4 | 50.9 | 26.43 |

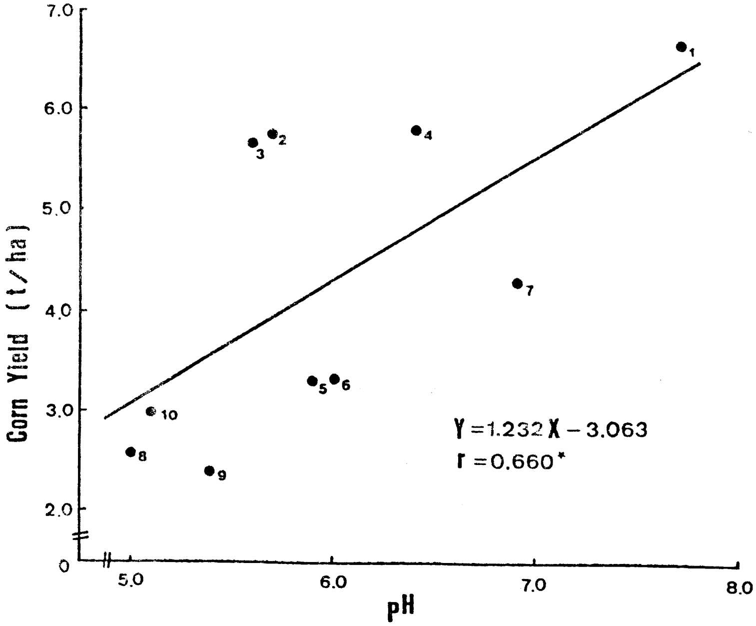



圖2. 東部試區玉米產量與土壤pH的關係（73年秋作）

3.轉作田表、底土養分含量的比較：

轉作田土壤由於過去長期種植水稻，絕大部分土壤中均形成明顯的犂底層，其深度約在15-20cm，厚度約爲3-4cm，兩層中養分含量大不相同。

爲比較各試區中表、底土活性鐵，易還原性錳，及有效磷、鉀含量，將74年春作32試區各項目之含量範圍及其平均值列於表3。此表顯示土壤中 Fe, Mn確有明顯下移現象，而有效磷、鉀含量則反是。此現象應係由於本省土壤長期種植水稻，土壤中 Fe, Mn因浸水還原而淋洗至下層。有效磷、鉀則因過去施肥多在表土，而其在土壤中的移動又較困難，故均以表土明顯高於底土。

但玉米根的伸長雖快，田間觀察發現，大部分玉米根羣密集在表土內，不易穿透犂底層。

表3. 74年春作玉米適栽標準栽培區土壤中活性鐵，易還原性錳及有效磷、鉀在表、底土壤中含量範圍及平均值

| 項目 | 活性鐵 Fe (%) | | 易還原性錳 Mn (ppm) | | 有效磷 Olsen p (ppm) | | 有效磷 Bray p (ppm) | | 有效鉀 Mechlich k (ppm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 土層 (cm) | 0—20 | 20—40 | 0—20 | 20—40 | 0—20 | 20—40 | 2—20 | 20—40 | 0—20 | 20—40 |
| 範圍 | 0.38-1.43 | 0.52-2.65 | 3—304 | 9—440 | 5—159 | 3—75 | 2—46 | 0.1—31 | 16—273 | 17—137 |
| 平均 | 0.78 | 1.08 | 58 | 110 | 33 | 11 | 18 | 5 | 83 | 49 |

(二) 磷肥效果：

由於試區多，無法將各標準栽培區產量個別列出，故僅將試區依地域分爲五部分，各以其產量之範圍及平均值列於表4.表4中73年秋作僅以36處計算。因部分觀察區未設無磷區；74年僅以27處計算。因該年五月下旬南部地區受强風豪雨侵襲，部分試區玉米倒伏嚴重，產量無法計算。

表4之資料顯示除北部地區兩作產量極爲接近，花蓮地區春作產量較高外，其他地區秋作玉米產量均顯著高於春作。兩作中產量最低者均爲花蓮地區。無磷區產量百分率（NK/NPK ×100%）則秋作平均爲 89.7%；春作爲81%，春作磷肥效果普遍較好，其中又以北部（桃園、新竹）及臺東地區磷肥效果最好。但據本研究中兩作資料之迴歸分析結果，土壤中有效磷含量（Bray P或Olsen P）或葉片中磷含量與無磷區玉米產量百分率均無顯著之相關關係。

圖3爲74年春作各標準栽培區無磷區產量指數與土壤有效磷的相關關係圖（與Olsen P的相關係數 $r=0.2699^{ns}$）。其間的關係雖不顯著，但可看出2試區中，僅一試區（Bray P=12 ppm）無磷區產量爲99%，其他各試區雖有效磷（Bray p）高達45ppm P, 施磷仍可獲5％以上的增產。

由表4知兩作中以74年春作北部地區各試區產量差異最大，無磷區產量範圍在 1.8-6.4t/ha 間，磷肥效果也高，但此七處無磷區產量百分率與土壤有效磷含量間也無顯著之相關關係：其與Bray P的曲線相關係數 $r=0.515^{ns}$ 與 Olsen P則$r=0.351^{ns}$.

由於Bray及Olsen氏法測得的土壤有效磷均與無磷區產量百分率間無顯著的相關關係，而觀察區中無磷區產量又無超過施磷區者，故本試驗中只能獲知轉作玉米田磷肥的重要性，但無法定出需磷診斷標準。唯由診斷推薦綜合系統方法計算出之各養分 DRIS指數判斷，春作中多數缺磷區之磷肥用量（最高用量 90kg $P_2O_5$/ha））仍嫌不足。73年度由本所及各區農改場設於全省八地點之玉米三要素需要量試驗中也發現秋作玉米平均需磷量可能略高於100kg $P_2O_5$/

表4. 各地區無磷區及施磷區兩作玉米產量（kg/ha）及無磷區產量指數

| 地 區 | 73年秋作 試驗點數 | 73年秋作 Po 範圍 | 73年秋作 Po 平均 | 73年秋作 P 範圍 | 73年秋作 P 平均 | 73年秋作 Po/P ×100 | 74年春作 試驗點數 | 74年春作 Po 範圍 | 74年春作 Po 平均 | 74年春作 P 範圍 | 74年春作 P 平均 | 74年春作 Po/P ×100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 北 部 | 3 | 3,699 | 4,505 | 5,438 | 5,709 | 78.9 | 7 | 1,761 | 4,744 | 3,894 | 6,092 | 77.9 |
| | | 5,064 | | 5,993 | | | | 6,393 | | 7,831 | | |
| 中 部 | 10 | 4,730 | 5,459 | 4,867 | 5,654 | 96.6 | 5 | 3,560 | 4,184 | 3,700 | 4,684 | 89.3 |
| | | 6,300 | | 6,650 | | | | 4,730 | | 5,600 | | |
| 南 部 | 18 | 4,145 | 5,433 | 3,777 | 5,564 | 97.6 | 6 | 2,952 | 3,712 | 3,280 | 4,150 | 89.4 |
| | | 6,900 | | 6,606 | | | | 4,766 | | 5,280 | | |
| 臺 東 | 5 | 3,020 | 4,662 | 3,324 | 5,450 | 85.5 | 5 | 2,416 | 3,379 | 4,109 | 5,041 | 67.0 |
| | | 5,548 | | 6,659 | | | | 4,618 | | 5,879 | | |
| 花 蓮 | 5 | — | — | 2,433 | 3,135 | — | 4 | 2,718 | 3,301 | 3,185 | 3,894 | 84.4 |
| | | | | 4,317 | | | | 3,669 | | 4,379 | | |
| 平 均 | | | 5,015 | | 5,102 | 89.7 | | | 3,864 | | 4,772 | 81.0 |

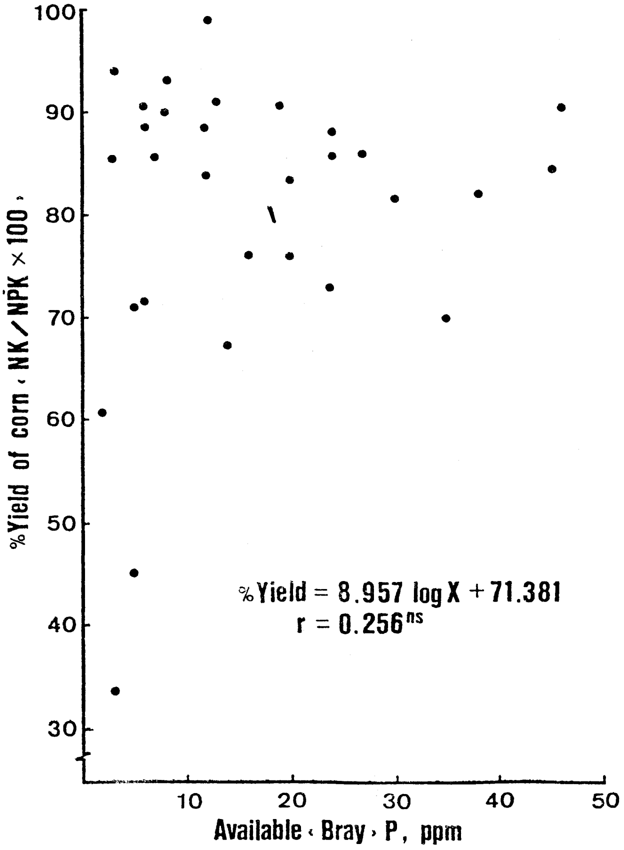



圖3. 土壤有效磷與無磷區玉米產量百分率的關係

ha [1] 。

Mikkelsen 等 [5] 在對水田排水後，種植旱作時所作的磷肥試驗中發現平常估計旱田或水田土壤有效性磷極爲準確的 Olsen 氏法，在估計新由水田轉爲旱田之土壤有效性磷含量時，無法使用，因爲在有效磷遠超過通常旱作物臨界濃度的土壤裡，磷肥仍然有極顯著的增產效果。Willett 等 [13,14] 發現浸水一放乾的處理會增加土壤對磷的吸著力。彼等 [13,14] 也指出此種新轉爲旱作土壤的缺磷係由於土壤中磷形態的改變而影響磷對作物的有效性，但此種影響通常在轉爲旱作後的第二或三年即會自然消失。

（三）玉米產量與葉片無機養分含量的關係：

本研究中兩作玉米均於發芽後30至45日採取植株作全株葉片分析。74年春作並於雌穗吐絲期採取穗葉作葉片分析，分析項目包括 N、P、K、Ca、Mg、Zn、Cu、Mn、Fe 等九項。分析結果曾試與產量作迴歸分析，但其間之關係不穩定，顯示葉片養分含量受多種因子影響，與玉米產量間並無顯著相關關係。

（四）玉米葉片養分含量之DRIS指數：

本研究中之玉米葉片養分含量資料曾依診斷推薦綜合系統方法 [3,11,12] 計算各養分的 DRIS 指數。由兩作生長前期（發芽後30—45日）之分析資料計算出之 DRIS 指數中，發現此時期之DRIS指數中，最低也即最缺乏的要素多數地區均爲 Mn，其次爲Mg及 P，而指數中最高者，幾乎均爲鉀，顯示玉米葉片中鉀含量與其他要素相較，普遍偏高。茲以東部地區施磷處理爲例，將其葉片分析結果及 DRIS 指數列於表 5，美國對玉米此生長期所訂養分的適量範圍 [10] 也列於此表，以資參考。

由表 5 比較本省玉米無機養分含量與各要素之適量範圍，以鉀含量超過此範圍者最多，而磷、鈣、及鎂的含量，則均過低，氮則幾均在適量範圍內。在微量要素中，僅 Mn的含量有40%低於適量範圍，Cu、Zn含量適中，鐵則均偏高。

**表5**. 74年春作東部地區玉米適栽標準栽培區施磷處理30—45天玉米葉片養分含量、適量範圍、及DRIS指數

| 地點 | Plant composition | | | | | | | | | DRIS indices | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | P | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Mn | Fe | N | P | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Mn |
| | % | | | | | ppm | | | | | | | | | | | |
| 花蓮鳳林 | 4.07 | 0.523 | 6.20 | 0.452 | 0.272 | 41 | 15 | 40 | 700 | 39 | 10 | 63 | − 7 | −21 | −14 | 4 | −73 |
| 花蓮光復 | 3.84 | 0.390 | 6.15 | 0.468 | 0.197 | 65 | 15 | 80 | 1,968 | 27 | − 8 | 55 | − 7 | −39 | 1 | 1 | −29 |
| 花蓮富源 | 4.41 | 0.364 | 6.49 | 0.468 | 0.238 | 45 | 17 | 73 | 523 | 36 | −13 | 60 | − 9 | −30 | −13 | 4 | −34 |
| 花蓮玉里 | 4.08 | 0.339 | 5.44 | 0.468 | 0.335 | 45 | 17 | 33 | 725 | 44 | − 8 | 58 | − 3 | −10 | − 6 | 11 | −86 |
| 花蓮富里 | 3.68 | 0.355 | 5.39 | 0.428 | 0.210 | 35 | 16 | 23 | 438 | 55 | 3 | 76 | 2 | −26 | −11 | 18 | −117 |
| 臺東池上 | 3.75 | 0.275 | 3.98 | 0.436 | 0.288 | 52 | 15 | 51 | 722 | 35 | −15 | 36 | − 4 | −13 | − 1 | 6 | −43 |
| 臺東關山 | 4.74 | 0.297 | 4.12 | 0.421 | 0.176 | 68 | 17 | 68 | 350 | 49 | −16 | 36 | − 8 | −42 | 7 | 8 | −34 |
| 臺東鹿野 | 3.81 | 0.308 | 4.22 | 0.293 | 0.160 | 55 | 15 | 180 | 755 | 34 | −12 | 38 | −22 | −42 | 0 | 4 | 0 |
| 臺東東河 | 2.86 | 0.271 | 4.57 | 0.245 | 0.338 | 42 | 11 | 48 | 530 | 27 | −11 | 54 | −25 | − 3 | − 4 | 0 | −39 |
| 臺東長濱 | 3.37 | 0.307 | 4.52 | 0.301 | 0.325 | 28 | 13 | 64 | 923 | 32 | − 8 | 48 | −18 | − 7 | −22 | 2 | −28 |
| 適量範圍 | 3.5<br>−5.0 | 0.4<br>−0.8 | 3.0<br>−5.0 | 0.9<br>−1.6 | 0.3<br>−0.8 | 20<br>−50 | 7<br>−20 | 50<br>−160 | 50<br>−300 | | | | | | | | |

表5顯示鉀的含量在花蓮地區尤高，在5.39—6.49%之間，73年秋作該地區各栽培區含量也在3.98—6.23%之間，其他各地雖少有超過6%者，但在各要素中，仍屬含量偏高者。

雖然由於施鉀而引起鉀過多或毒害的情形非常少，但在肥力低的土壤中連續施用鉀肥時常有引起次要元素缺乏情形的報告，如若干作物及土壤因鉀過多而引起Mn的缺乏，Zn及Fe的吸收也受阻(9a)。

鉀過多也常引起其他要素吸收的障礙，其中最顯著的例子爲 Mg，曾在很多土壤及作物中發現(4)。

本試驗中東部兩作適栽栽培區土壤之 K/Mg 比與玉米葉片 Mg 含量（30—45日）間即有5%顯著程度的負相關關係如圖4此圖顯示當土壤 K/Mg比大於0.46時，玉米葉片Mg含量即均在0.24%以下。

表5的DRIS指數中顯示東部十處標準栽培區中有七處以Mn的指數最低，也即此七處最缺乏的要素可能是 Mn，在全省其他栽培區中，情形也與此相似。按玉米對錳的需要量較低(2)，雖其生長初期需 Mn 較多，但需要量隨玉米成長而漸減(7)，故美國種植玉米甚少有缺 Mn 的情形發生(2)。本省農田土壤由於陽離子交換能量原即較低，更經長年種植水稻，表土中的Mn因還原及淋洗而移至底層，且前曾述及表土含鉀量高，玉米生長前期含鉀量特高，更可能影響Mn吸收，故玉米前期對Mn的缺乏極有可能，其中又以pH較高之土壤爲然。

但玉米雌穗吐絲期之穗葉養分分析及 DRIS指數則顯示此時期之營養狀況與初期不同，此時鉀含量已不再偏高，而P及Mn的缺乏也恢復正常。

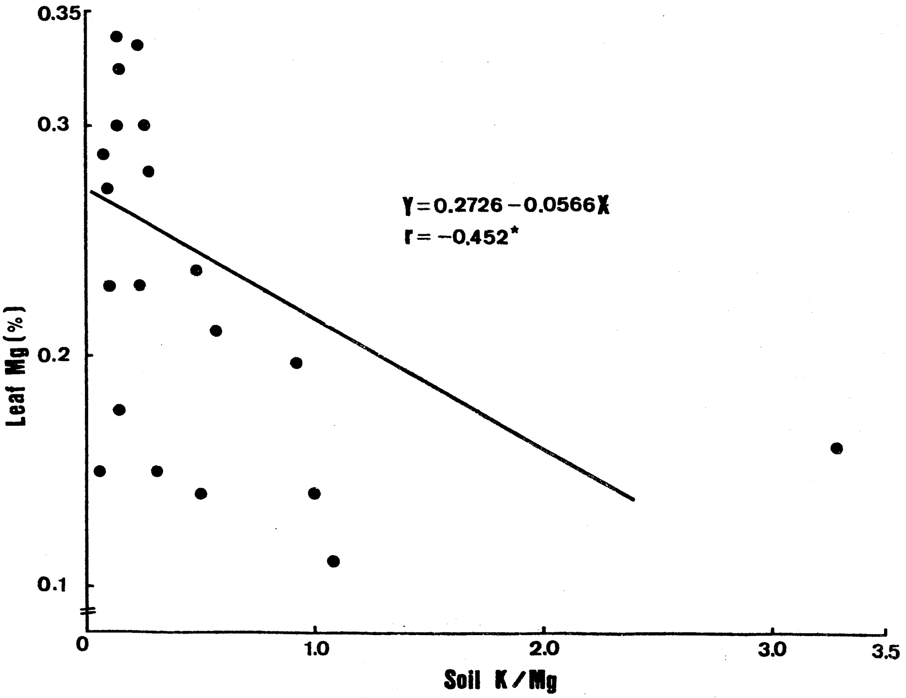



圖4. 東部地區土壤K Mg比與玉米葉片Mg含量的關係

## 副 試 驗

# 稻田轉作玉米土壤肥力限制因子改良試驗

本研究爲係於75年春作分別在臺東關山及彰化二林、芳苑等三處同時進行，目的爲探討 Mn、Mg、P及K的施用對玉米產量的影響，由農試所及臺東改良場合作進行。

三試區土壤分屬强酸性及石灰質土壤，表土有效磷含量在8至 27ppm P之間，質地分屬壤土及坋質壤土，交換性鎂含量在0.25至3.21me/100g soil之間，DTPA抽取性Mn在4至10ppm間，有效鉀含量在12至58ppm K之間。

試驗共分五處理（依次爲 NPK、−P、−K、+Mn+MnMg），五重複，田間排列依拉丁方設計，小區面積38.5m²。

所得結果如下：

1. 各處理中，以磷肥效果最大，三試區施磷（100kg $P_3O_5$/ha）增產率在4—26%之間，平均增產11%。
2. 錳效果居次，錳係以硫酸錳（20kg MnO/ha）與三要素基肥同時施於播種溝側，其增產率在6—14%之間，平均爲9%。
3. 鉀肥（80kg $K_2O$/ha）效果在0—8%之間，平均爲4%，鉀肥效果之高低與土壤有效性或交換性鉀含量之高低無關，僅在排水情況較差之試區效果較佳。
4. 施Mg可減低玉米對Mn的吸收，當施Mn處理再加施Mg肥時（80kg MgO/ha），三試區玉米產量均隨之降低。顯示在此等轉作田中，玉米對錳的需求較Mg更重要。

## 參 考 文 獻


1. 連深等・1985・稻田轉作玉米之施肥效應及營養因素探討（一）三要素需要量及矽酸爐渣和堆肥之效應 農林廳73年度土壤肥料試驗示範報告
2. Aldrich, S. R., and E. R. Leng. 1972. Modern corn production.
3. Beaufils, E. R. 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Soil Sci. Bull. 1. University of Natal, Peitermaritzburg, South Africa.
4. Boynton, D., and A. B. Burrell. 1944. Potassium induced magnesium deficiency in the McIntosh apple tree. Soil Sci. 58 : 441-454.
5. Brandon, D. M., and D. S. Mikkelsen. 1979. Phosphorus transformations in alternately flooded California soils: I. Cause of plant phosphorus deficiency in rice rotation crops and correctional methods. SSSA J. 43 : 898-994.
6. Foth, H. D., 1984. Foundamentals of Soil Science. 7th ed., John Wiley & Sons.
7. Gorsline, G. W., D. E. Baker and W. I. Thomas. 1965. Accumulation of eleven elements by field corn (Zea mays L.) Penn. State Univ. Exp. Sta. Bull. 725, 30 p.
8. IRRI. 1978. Soils and rice. The International Rice Research Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
9. Mortvedt, J. J., P. M. Giordano, W. L. Lindsay. 1972. Micronutrients in Agriculture. Proceedings of a symposium held at Muscle Shoals, Alaabam, April 20-22, 1971. Soil Sci. Soc. of America, Inc.

9a. Reuther, W., and P. F. Smith. 1954. Leaf analysis of citrus. Chap. 7 : 257-294. in 'Mineral nutrition of fruit crops'. N. F. Childers, Ed. Somerset Press, Somerville, New Jersey.

10. Schulte, E. E., K. A. Kelling. 1984. Plant analysis: Uses and Limitations, in 'Proceedings of the 1984 Fertilizer, Aglime & Pest Management Conference'. Vol. 23, University of Wiscon-

sin, Madison, Wis., U. S. A.
11. Sumner, M. E. 1976. Use of the DRIS System in foliar diagnosing field problems at high levels. Am. Soc. Agron., Huston, Texas, Nov. 30, 1976.
12. Sumner, M. E. 1977b. Effect of corn laef sampled on N, P, K, Ca and Mg content and calculated DRIS indices. Commum. Soil Sci. Plant Anal. 8 : 269-280.
13. Willett, I. R., and M. L. Higgins. 1978. Phosphate sorption by reduced and reoxidized rice soils. Aust. J. Soil Res., 16 : 319-326.
14. Willett, I. R. 1979. The effects of flooding for rice culture on soil chemical properties and subsequent maize growth. Plant and Soil 52 : 373-383.

# Study on Fertility Constraints of the Paddies Converted for Corn Production

Lee Tze-Shun

## Summary

This study was carried out on all the standardized corn cultivation plots laid out islandwide for corn adaptation on the converted paddies. Fourty-six plots in the autumn crop, 1984, and thirty-two plots in the spring crop, 1985 were included in this study.

Surface and sub-soil samples were collected from each of these plots be-fore land preparation and fertilization, physical and chemical properties were analyzed. Plant samples were taken twice: once for whole corn plants 30 to 45 days after emergence, and once for ear leaf at the silking stage. Nutrient concentration were determined and DRIS indices calculated for each element. To evaluate P response and P diagnostic criteria, $100m^2$ within each of the $500m^2$ plots applied no phosphorus. Yields were recorded after harvesting.

The results are summarized below.

1. Among all the soil properties, only the water holding capacity was significantly negative correlated with corn yield. Soil moisture is really the most important factor that effects the emergence and growth of corn.
2. Neither Bray nor Olsen's method can effectively extract the amount of phosphate that is available for the plants grown in the converted paddies. The fact that corn yield was always higher in the plots with P than those without it proves the necessity of P fertilization in those soils.
3. Yield response to phosphate was higher in the spring than autumn crop. The percentage yield without P (NK/NPK×100) were 81.0 and 89.7 respectively, and the best response was found in Northern Taiwan and Taitung area.

4. Soil analysis results shown that free Fe, easily reducible Mn and exchangeable Mg were obviously lower in the surface than sub-soil, while available P, K concentration were in the opposite way. Plant analysis data and the DRIS indices calculated from it indicated that there are widespread deficiencies of Mn, Mg, P and an excess of K among all these converted paddies in the early growth period (45 days after emergence) of corn,
5. In a subsiduary experiment carried out in 1986 in three field trials including both eastern and western Taiwan, phosphorus and manganese proved to be both beneficiary and potassium response was found only in the ill-drainage area.

1. Contribution No. 1406 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI).
2. Senior Soil Scientist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wu-feng, Taichung, Taiwan 41301, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China ）37(2)：177～195（1988)

# 臺灣稻米之化學性質及其與食味品質關係之研究[1]

劉慧瑛　林禮輝[2]　宋　勳　洪梅珠[3]

**摘要**　本試驗係對本省目前推廣之11品種水稻白米之化學成分進行分析，項目包括水分、粗蛋白質、鹼溶性蛋白質、水溶性蛋白質、胺基酸組成、脂肪、脂肪酸組成、總醣、粗澱粉、直鏈澱粉、游離糖、水溶性醣、吸水率、灰分及礦物質組成（磷、硫、鉀、鎂、鈣、鐵、錳、銅、鋅）與米粒大小等。由73年2期在臺中與高雄改良場兩地，各品種三試區所得到之樣本分析值與臺中場食味官能試驗結果相比較，則直鏈澱粉、蛋白質、硫、磷、米粒厚度、水溶性醣、游離糖等與食味相關極顯著。前四者爲負相關，後三者呈正相關。化學性狀與食味相關顯著，依相關係數大小分別爲直鏈澱粉、硫、蛋白質、米粒厚度、磷、水溶性糖、游離糖、米粒寬度、灰分、水分與粗澱粉。

由化學品質分析可以看出粳米與秈米組成分並不相同。臺中秈3號雖與粳米同爲低直鏈澱粉品種，但其蛋白質、胺基酸、脂肪酸、游離糖及部分礦物質組成仍與其他秈米相近。秈米較粳米含有高蛋白質、胱氨酸、棕櫚酸、灰分、硫、磷及較低的游離糖量；但是國人口味則偏好低蛋白質、礦物質、直鏈澱粉與高水溶性糖及游離糖之蓬萊米品種。

省產稻米以食用爲主，而米之食味則因理化性質而異。日本較我國早研究食味與理化性質之關係，於1980及1981年之未發表結果認爲有18種性狀與食味有關：其中涉及化學性質者有：水分含量、蛋白質、水溶性蛋白質、無機成分、游離氨基酸、游離糖、直鏈澱粉、脂肪、脂肪酸、有機酸、抽出物酸度等，而關係最密切的則是蛋白質與直鏈澱粉含量[12]。

國內外早期對稻米化學品質之研究均以糙米爲主，而國人習慣食用白米，故分析糙米所得資料已不足作爲食米食用品質與營養價值優劣之判斷依據；又，近年來稻米品種不斷改良，新種米質必與過去舊有品種有所差異。本試驗係配合稻米品質改進與分級之研究計畫，對目前國內主要栽培水稻品種經碾白後所得之白米化學組成，做較詳盡之分析。此分析結果並與臺中改良場米質研究室所進行之食味官能試驗值相比較，探討臺灣白米化學性質間及其與食味品質之關係，提供作爲改進食米品質與建立食米分級制度之參考依據。

## 材料與方法

（一）試驗年期：73年2期水稻

（二）試驗材料：由臺中場採取在臺中場（彰化大村）及高雄場（屏東）施肥、栽培、生育管理及收穫調製力求一致之秈、粳稻11品種，三重覆試區之碾白米粒經 Udy cyclone sample mill 磨粉機磨粉後進行化學分析。

（三）分析方法：

---

1．臺灣省農業試驗所　研究報告第 1407 號。本研究之經費承行政院農業委員會補助，特此誌謝。

2．農業試驗所農業化學系副研究員，助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

3．臺中區農業改良場副研究員兼作物改良課課長、助理。臺灣省　彰化縣　大村鄉。

1. 水分、灰分、粗蛋白質依A. O. A. C. 方法分析[13]，蛋白質含量以N%×5.95表示。稻穀水分含量以DL水分測定器P2型測定。
2. 純蛋白質、鹼溶性蛋白以 Lowry et al方法[19]之修飾法分析；其A液改爲 2%$Na_2CO_3$，，不加NaOH。水溶性蛋白係將磨粉米樣本經80°C熱水抽出後之液體濃縮，以Semimicro-kjeldahl方法分析。
3. 總醣、游離糖、水溶性醣之糖濃度測定均採用酚一硫酸法[14]。游離糖係測定 80%甲醇抽出液中之六碳糖量。水溶性醣爲80°C熱水抽出並經3,000r. p. m. 離心後之水溶液中含糖量。總醣量測定爲米粉樣本經0.7N HCl 水解兩小時，過濾去殘渣後測定濾液之含糖量，扣除游離糖後乘0.9表示之。
4. 粗澱粉含量係代入下式：粗澱粉＝總醣－（水溶性醣×0.9）。
5. 直鏈澱粉含量依Juliano et al方法[16]分析。
6. 胺基酸分析係將樣本以鹽酸水解抽乾後[10]，委託臺大生化研究所以自動胺基酸分析儀分析之。
7. 脂肪酸分析：由乙醚抽出得到之油脂樣本，經酯化後以氣相層析儀分析[10]。
8. 鉀鈉含量以Corning Co. 公司之火焰光度計 Flame Photometer400 型測定。鈣鎂鐵錳銅鋅以Varian Techtron原子吸光分析儀TypeAA-5型測定。磷以鉬黃比色法測定[15]。硫則將米粉經濕式分解後以硫酸鋇沈澱懸濁液比濁法測定。
9. 吸水率測定：取1克樣本以80°C熱水充分浸漬，俟其充分吸水後離心去除多餘水分，計算水分吸收量。
10. 食味官能品嚐試驗：採用100cc燒杯，放入白米樣品20克，含低直鏈澱粉之樣品加水27克（1：1.35），含高直鏈澱粉之樣品加水42克水（1：2.1）；然後在燒杯上加封錫鉑紙，並浸水30分鐘，放入大同TAC-10H 電鍋蒸煮；每次蒸四個樣本，其中三個爲測試用樣品，另一個爲對照樣品。試食時分別就米飯之光澤、色澤、粘性、彈性及口味等分別與對照品種（臺南5號）比較，並在評分表上打分數，所得之分數經常態變值後進行顯著性測定。

米 飯 試 食 評 分 表

日期：____年____月____日____時 性別：______年齡：______職業：______

| 供試代號 | 鑑定項目 \ 評分標準 | ＋2 | ＋1 | 0 | －1 | －2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 光澤 | 很亮 | 較亮 | 同對照品種 | 略缺光澤 | 缺乏光澤 |
| | 色澤 | 潔白 | 較白 | 同對照品種 | 微黃褐色 | 黃褐色 |
| | 粘性 | 優良 | 良 | 同對照品種 | 不良 | 相當不良 |
| | 彈性（Q） | 優良 | 良 | 同對照品種 | 不良 | 相當不良 |
| | 口味 | 優良 | 良 | 同對照品種 | 不良 | 相當不良 |

（四）統計分析：由本所統計分析研究室依逢機完全區集 設計進行變方分析、相關分析與多變域差異顯著性測定。

## 結果與討論

（一）品種與地區對白米化學品質之影響：

臺灣地勢狹長，本試驗地區爲中部彰化及南部屏東，兩地氣候並不相同；中部屬亞熱帶氣候而南部則爲熱帶氣候，因此在兩地生長之水稻其成熟期之日照、溫度必然不同。由於本次試驗係在管理及施肥力求一致之條件下進行，因此產地或產地與品種之交感所造成之差異，主要可能來自氣候與土壤。

由表1.1—1.6變方分析結果顯示，除稻穀水分及鈉含量外，其餘性狀在品種間有極顯著差異存在。產地對水溶性醣、水溶性蛋白質、直鏈澱粉、磷、錳、米粒寬度、米粒厚度呈極顯著影響，對稻穀水分、吸水率、鎂、鈣含量則有５%顯著差異存在。差異不顯著之性狀則爲水分、粗蛋白質、澱粉、游離糖、白米粒長、灰分、硫、鉀、鐵、銅、鋅、鈉與食味官能試驗值。產地與品種之交感除了硫與鈉不顯著，稻穀水分、粗澱粉與銅含量爲５%著性差異外，其餘性狀均呈極顯著差異。

表1.1：白米蛋白質品質之變方分析 F 值

**Table 1. 1**：F Value of analyses of variance for protein quality of milled rice

| 分析項目 Items | 自由度 Freedom | 水分 Water | 粗蛋白質 Crude protein | 純蛋白質 True protein | 鹼溶性蛋白 Alk. sol. protein | 水溶性蛋白 Water sol. protein |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 區集 Block (Error A) | 4 | | | | | |
| 2 地點 Area | 1 | 0.39 | 0.50 | 3.57 | 3.08 | 114.29** |
| 11 品種 Varieties | 10 | 27.91** | 99.44** | 80.19** | 54.88** | 6.97** |
| 地點 (A.) X品種 (V.) | 10 | 29.92** | 13.56** | 12.90** | 6.81** | 6.70** |
| 機差 Error (Error B) | 40 | | | | | |
| 總計 Total | 65 | | | | | |

* 5 %顯著水準 Significant Level

** 1 %顯著水準 Significant Level

表1.2：白米醣類品質之變方分析 F 值

**Table 1. 2**：F Value of analyses of variance for carbohydrate quality of milled rice

| 分析項目 Items | 自由度 Freedom | 總醣 Total carbohydrate | 粗澱粉 Crude starch | 直鏈澱粉 Amylose | 游離糖 Free sugar | 水溶性醣 Water sol. sugar |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 區集 Block (Error A) | 4 | | | | | |
| 2 地點 Area | 1 | 1.00 | 0.05 | 345.53** | 2.48 | 79.09** |
| 11 品種 Varieties | 10 | 4.30** | 3.30** | 1399.73** | 21.89** | 63.74** |
| 地點 (A.) X品種 (V.) | 10 | 3.06** | 2.74* | 25.36** | 5.14** | 7.10** |
| 機差 Error (Error B) | 40 | | | | | |
| 總計 Total | 65 | | | | | |

* 5 %顯著水準 Significant Level

** 1 %顯著水準 Significant Level

表1.3：白米吸水率與米粒大小之變方分析 F 值

**Table 1. 3**：F Value of analyses of variance for water uptake and grain size of milled rice

| 分析項目 Items | 自由度 Freedom | 吸水率 Water Uptake | 白米粒長 Grain length | 白米粒寬 Grain width | 白米粒厚 Grain thickness |
|---|---|---|---|---|---|
| 3區集 Block (Error A) | 4 | | | | |
| 2地點 Area | 1 | 12.54* | 3.72 | 49.89** | 131.92** |
| 11品種 Varieties | 10 | 2.99** | 861.71** | 138.40** | 55.17** |
| 地點 (A.) X品種 (V.) | 10 | 2.87** | 8.69** | 4.26** | 18.78** |
| 機差 Error (Error B) | 40 | | | | |
| 總計 Total | 65 | | | | |

* 5%顯著水準 Significant Level
** 1%顯著水準 Significant Level

表1.4：白米灰分及礦物質之變方分析 F 值

**Table 1. 4**：F Value of analyses of variance for ash and minerals of milled rice

| 分析項目 Items | 自由度 Freedom | 灰分 Ash | 硫 S | 磷 P | 鉀 K | 鎂 Mg | 鈣 Ca |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3區集 Block (Error A) | 4 | | | | | | |
| 2地點 Area | 1 | 1.36 | 0.13 | 22.84** | 2.42 | 22.48* | 8.84* |
| 11品種 Varieties | 10 | 29.25** | 22.55** | 49.61** | 42.39** | 18.87** | 5.63** |
| 地點 (A.) X品種 (V.) | 10 | 7.29** | 1,11 | 11.56** | 3.30** | 4.32** | 3.48** |
| 機差 Error (Error B) | 40 | | | | | | |
| 總計 Total | 65 | | | | | | |

* 5%顯著水準 Significant Level
** 1%顯著水準 Significant Level

表1.5：白米微量元素之變方分析 F 值

**Table 1. 5**：F Value of analyses of variance for trace elements of milled rice

| 分析項目 Items | 自由度 Freedom | 鐵 Fe | 鋅 Zn | 錳 Mn | 銅 Cu | 鈉 Na |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3區集 Block (Error A) | 4 | | | | | |
| 2地點 Area | 1 | 0.67 | 1.64 | 278.27** | 3.58 | 4.47 |
| 11品種 Varieties | 10 | 7.23** | 10.45** | 27.46** | 3.92** | 2.26* |
| 地點 (A.) X品種 (V.) | 10 | 4.88** | 14.40** | 10.62** | 2.14* | 0.98 |
| 機差 Error (Error B) | 40 | | | | | |
| 總計 Total | 65 | | | | | |

* 5%顯著水準 Significant Level
** 1%顯著水準 Significant Level

表1.6：稻穀水分及食味官能試驗值之變方分析 F 值

**Table 1. 6**：F Value of analyses of variance for rice grain moisture and eating quality score of milled rice

| 分析項目 Items | 自由度 Freedom | 稻穀水分 Grain moisture | 食味官能試驗值 Eating quality score |
|---|---|---|---|
| 3 區集 Block（Error A） | 4 | | |
| 2 地點 Area | 1 | 8.67* | 1.62 |
| 11品種 Varieties | 9 | 2.92* | 69.40** |
| 地點（A.）X品種（V.） | 9 | 8.58** | 4.18** |
| 機差 Error（Error B） | 36 | | |
| 總計 Total | 59 | | |

* 5％顯著水準 Significant Level

** 1％顯著水準 Significant Level

（二）白米之化學組成：

（1）蛋白質成分分析：

表 2 所示爲白米之蛋白質組成分析。由此表中可以看出除越光外，秈米粗蛋白質含量均高於稉米。米蛋白質中以鹼溶性蛋白(Glutelin) 爲主。除臺南 7 號與臺農67號外，各品種白米之水溶性蛋白含量均以高雄區爲高。目前省產稉米主要爲臺農67號品種，其水溶性蛋白亦以臺中區爲高，與本試驗結果相同[9]。此顯示水溶性蛋白含量會受產地影響，而含量之增減則與品種有關。宋氏曾指出粗蛋白質含量在產地間有顯著差異[4]，本試驗却無相同結果。然而單就臺農67號（稉稻）、臺中秈 3 號（長秈稻）與臺中在來 1 號（秈稻）等目前在臺灣栽種面積較廣之三品種而言，臺農67號與臺中在來 1 號在中部之粗蛋白質量高於南部，臺中秈 3 號則相反。此結果與本所73年調查省產倉儲米之結果相同[9]；不過本試驗中其他稉稻及秈稻並無同樣現象。

（1）醣類組成分析：

表 3 所示爲醣類組成分析。就直鏈澱粉含量而言，秈米除長粒型臺中秈 3 號外，其餘秈米品種均屬高直鏈澱粉。低直鏈澱粉品種除越光外，其直鏈澱粉含量中部高於南部；高直鏈澱粉品種則恰好相反。此結果與蛋白質量因品種不同而對環境有不同的表現特性相似；即同屬低直鏈澱粉之臺農67號與臺中秈 3 號在中部生產者直鏈澱粉含量較南部高；反之，高直鏈澱粉之臺中在來 1 號則含量以南部較中部高。此與宋氏[4]所得直鏈澱粉量以臺中區爲最低之結論不盡相同。由此可知在不同產地生產之白米，其蛋白質與直鏈澱粉含量會因品種不同而呈現不同之變化形式。

目前已有報告穀粒在形成時，氣溫會影響澱粉之蓄積及澱粉之性質；較高之氣溫會使直鏈澱粉含量較低；較冷之溫度則有相反之效果[18]。日本稻米成熟期間日平均溫度升高2-3°C時，直鏈澱粉量約減少 1％[7]。然而依據本試驗結果高直鏈澱粉與低直鏈澱粉品種並不呈相同反應。二期作收穫時，屏東氣溫高於彰化，若依前人報告，則中部米直鏈澱粉量應高於南部，而事實上僅低直鏈澱粉米品種合此結論。此可能因日本全國米多屬低直鏈澱粉品種之故[2]。

表2：不同品種白米之蛋白質分析（% Dry basis）

**Table 2**：Protein analysis of different varieties of milled rice

| 總號 No. | 地區 Area | 類型 Type | 品種 Variety | 水分 Warer | 粗蛋白質 Crude protein | 純蛋白質 True protein | 鹼溶性蛋白 Alk. sol. protein | 水溶性蛋白 Water sol. protein |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 臺中區 TAICHUNG | Jap. type 稉米 | 臺南5號 | 12.70 a | 7.44 f | 7.17 g | 5.86 f | 0.795 abc |
| 2 | | | 臺南7號 | 12.10 c | 8.08 e | 7.59 f | 6.03 f | 0.841 a |
| 3 | | | 臺農67號 | 11.90 cd | 7.94 e | 7.88 ef | 6.24 ef | 0.817 ab |
| 4 | | | 臺中189號 | 11.74 d | 8.21 de | 7.84 ef | 6.00 f | 0.595 f |
| 5 | | | 高雄141號 | 11.98 cd | 8.10 e | 8.32 d | 6.57 de | 0.734 cd |
| 6 | | | 越光 | 11.79 d | 11.26 a | 10.60 a | 8.47 a | 0.818 ab |
| 7 | | | 吉野1號 | 11.93 cd | 8.19 de | 8.20 de | 6.49 e | 0.702 de |
| 8 | | Ind. type 秈米 | 臺中秈3號 | 11.94 cd | 9.15 c | 8.51 d | 6.53 de | 0.651 ef |
| 9 | | | 臺南秈15號 | 11.93 cd | 10.27 b | 9.49 b | 7.14 c | 0.689 de |
| 10 | | | 臺中在來1號 | 11.92 cd | 10.68 b | 10.84 a | 7.84 b | 0.756 bcd |
| 11 | | | 高雄秈7號 | 12.32 b | 8.60 d | 8.98 c | 6.90 cd | 0.807 abc |
| 1 | 高雄區 KAOHSIUNG | Jap. type 稉米 | 臺南5號 | 11.70 e | 8.05 e | 8.07 def | 6.45 def | 0.840 abc |
| 2 | | | 臺南7號 | 11.40 f | 7.74 e | 7.77 f | 6.29 ef | 0.760 c |
| 3 | | | 臺農67號 | 11.77 de | 7.82 e | 8.09 def | 6.47 de | 0.793 c |
| 4 | | | 臺中189號 | 11.88 de | 7.98 e | 7.76 f | 6.06 f | 0.826 bc |
| 5 | | | 高雄141號 | 11.73 e | 8.21 e | 7.90 ef | 6.33 ef | 0.818 bc |
| 6 | | | 越光 | 11.44 f | 9.49 bc | 8.77 bc | 7.61 a | 0.904 a |
| 7 | | | 吉野1號 | 12.14 c | 8.68 d | 8.28 de | 6.78 cd | 0.889 ab |
| 8 | | Ind. type 秈米 | 臺中秈3號 | 11.99 cd | 9.31 c | 8.49 cd | 7.11 bc | 0.811 bc |
| 9 | | | 臺南秈15號 | 13.04 a | 9.95 a | 9.60 a | 7.39 ab | 0.759 c |
| 10 | | | 臺中在來1號 | 12.45 b | 10.17 a | 9.74 a | 7.52 a | 0.801 c |
| 11 | | | 高雄秈7號 | 12.46 b | 9.90 ab | 9.18 b | 7.71 a | 0.838 abc |
| 總平均 Average | | | | 12.01 | 8.87 | 8.59 | 6.81 | 0.78 |
| 國外文獻 Reference* | | | | | 7.3-8.3 | | | |

*: Juliano et al (1985) p. 44，原數據係以水分含量14%表示之。

日本將米分爲軟質與硬質兩種，一般人較喜歡軟質米。三鍋氏曾對日本軟硬質米進行比較 (1) ，發現軟質米之全糖(即游離糖)含量顯著高於硬質米。本表中則發現各稉稻品種之白米游離糖、水溶性醣含量幾乎均大於秈米。又在本所對倉儲米之研究中發現新米之游離糖較舊米高 (9) 。國人偏好稉米及新米，部分原因是米飯在口中有甜味，而水溶性醣、游離糖量高則可能是影響甜味的主因。比較表 1.2之醣類各成分總平均分析值與表 3 國外文獻值，則澱粉含量相差較大；此因本試驗所示澱粉含量並不包含水溶性醣。又，總醣量不包含游離糖。

表3：不同品種白米之醣類分析（% Dry basis）

**Table 3**：Carbohydrate analysis of milled rice

| 編號 No. | 地區 Area | 類型 Type | 品種 Variety | 總醣 Carbo-hydrate | 粗澱粉 Starch | 直鏈澱粉 Amylose | 游離糖 Free sugar | 水溶性醣 Water sol. sugar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 臺中區 TAICHUNG | Jap. type 稉米 | 臺南5號 | 93.09 a | 89.31 a | 21.10 d | 0.342 bc | 4.20 a |
| 2 | | | 臺南7號 | 91.71 ab | 88.04 abc | 20.73 d | 0.407 a | 4.08 a |
| 3 | | | 臺農67號 | 92.36 a | 88.56 ab | 21.70 c | 0.363 b | 4.22 a |
| 4 | | | 臺中189號 | 90.97 abc | 87.70 abc | 20.80 d | 0.355 bc | 3.63 bc |
| 5 | | | 高雄141號 | 88.98 bcd | 85.30 cde | 20.27 e | 0.335 bc | 4.08 a |
| 6 | | | 越光 | 85.94 d | 82.47 e | 18.03 f | 0.366 b | 3.86 ab |
| 7 | | | 吉野1號 | 88.69 bcd | 85.02 cde | 21.83 c | 0.316 cd | 4.07 a |
| 8 | | Ind. type 秈米 | 臺中秈3號 | 88.69 bcd | 85.99 bcd | 21.73 c | 0.230 f | 3.00 d |
| 9 | | | 臺南秈15號 | 87.94 cd | 84.93 cde | 30.23 a | 0.275 de | 3.34 c |
| 10 | | | 臺中在來1號 | 85.95 d | 83.53 de | 29.03 b | 0.248 ef | 2.69 d |
| 11 | | | 高雄秈7號 | 88.71 bcd | 86.88 abc | 29.40 ab | 0.231 f | 2.06 e |
| 1 | 高雄區 KAOHSIUNG | Jap. type 稉米 | 臺南5號 | 88.58 ab | 85.56 ab | 19.30 ef | 0.349 ab | 3.34 c |
| 2 | | | 臺南7號 | 89.39 ab | 86.64 ab | 18.83 fg | 0.370 a | 3.05 c |
| 3 | | | 臺農67號 | 89.27 ab | 85.95 ab | 19.93 d | 0.276 de | 3.69 b |
| 4 | | | 臺中189號 | 90.87 a | 88.01 ab | 18.97 fg | 0.302 cd | 3.16 c |
| 5 | | | 高雄141號 | 89.11 ab | 85.57 ab | 18.57 g | 0.354 ab | 3.93 ab |
| 6 | | | 越光 | 88.96 ab | 85.03 ab | 18.60 g | 0.298 cd | 4.20 a |
| 7 | | | 吉野1號 | 90.13 a | 87.16 ab | 20.40 c | 0.323 bc | 3.33 c |
| 8 | | Ind. type 秈米 | 臺中秈3號 | 87.87 ab | 85.16 ab | 19.53 de | 0.280 cde | 3.00 c |
| 9 | | | 臺南秈15號 | 88.94 ab | 85.92 ab | 30.60 a | 0.253 e | 3.34 c |
| 10 | | | 臺中在來1號 | 88.71 ab | 86.82 ab | 29.67 b | 0.269 de | 2.33 d |
| 11 | | | 高雄秈7號 | 86.61 b | 84.74 b | 29.93 b | 0.265 de | 2.07 d |
| 總平均 Average | | | | 89.16 | 86.10 | 21.99 | 0.309 | 3.39 |
| 國外文獻 Reference* | | | | 89.2-91.2 | 90.2 | | 0.26-0.52 | |

*：Juliano et al (1985) p. 44，原數據係以水分含量14%表示之。

（3）礦物質組成分析：

硫、磷、鉀、鎂是白米礦物質中含量較多之元素。由表4之分析結果可見大部分的低直鏈澱粉品種含有較少量的灰分與磷含量。根據本省72年二期及及73年一期倉儲米之分析結果亦可看出，臺農67號（稉米）之灰分及磷含量較臺中秈3號及在來1號等秈米爲低[9]。除越光外，大多數稻米品種磷、鎂含量均以高雄區較高。灰分與無機質之含量亦如直鏈澱粉、蛋白質等受產地氣候所影響。例如日本全國產米之無機質分布，磷、鎂高者爲裡日本型，低者爲瀨戶內型，與米之成熟溫度高低成比例[5]。就七十三年二

表 4：不同品種白米之礦物質組成 (Dry basis)

**Table 4**: Macroelements analysis of milled rice

| 編號 No. | 地區 Area | 品種 Variety | 灰分 Ash (%) | 硫 S (mg%) | 磷 P (mg%) | 鉀 K (mg%) | 鎂 Mg (mg%) | 鈣 Ca (mg%) | 鈉 Na (mg%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 臺中區 TAICHUNG | 臺南5號 | 0.67 cd | 103 b | 158 c | 121 b | 48 de | 10.1 abc | 7.3 ab |
| 2 | | 臺南7號 | 0.76 ab | 105 b | 176 b | 130 a | 61 a | 11.3 a | 7.9 a |
| 3 | | 臺農67號 | 0.64 d | 80 c | 156 c | 113 bc | 48 de | 10.6 ab | 7.2 ab |
| 4 | | 臺中189號 | 0.67 cd | 89 bc | 155 c | 112 c | 51 cd | 10.8 ab | 7.1 ab |
| 5 | | 高雄141號 | 0.58 e | 105 b | 141 d | 93 f | 46 de | 10.8 ab | 6.5 b |
| 6 | | 越光 | 0.75 ab | 136 a | 175 b | 103 de | 60 ab | 10.3 abc | 6.6 ab |
| 7 | | 吉野1號 | 0.62 de | 100 bc | 150 cd | 100 def | 45 e | 11.3 a | 6.9 ab |
| 8 | | 臺中秈3號 | 0.62 de | 137 a | 159 c | 96 ef | 44 e | 9.1 c | 6.5 b |
| 9 | | 臺南秈15號 | 0.74 ab | 138 a | 186 a | 108 cd | 54 bc | 9.8 bc | 6.6 ab |
| 10 | | 臺中在來1號 | 0.77 a | 154 a | 181 ab | 115 bc | 59 ab | 10.3 abc | 7.2 ab |
| 11 | | 高雄秈7號 | 0.71 bc | 141 a | 174 b | 116 bc | 52 cd | 9.7 bc | 6.7 ab |
| 1 | 高雄區 KAOSHUNG | 臺南5號 | 0.70 bc | 103 def | 152 e | 127 b | 49 d | 11.0 b | 7.4 a |
| 2 | | 臺南7號 | 0.78 a | 107 cde | 191 ab | 136 a | 69 a | 12.5 a | 7.0 ab |
| 3 | | 臺農67號 | 0.62 d | 84 f | 149 e | 104 d | 48 d | 10.7 bc | 5.9 b |
| 4 | | 臺中189號 | 0.75 a | 86 ef | 181 c | 123 b | 61 b | 10.1 bc | 5.8 b |
| 5 | | 高雄141號 | 0.62 d | 126 bc | 155 e | 97 de | 49 d | 10.9 b | 5.9 b |
| 6 | | 越光 | 0.60 d | 119 cd | 149 e | 93 e | 49 d | 9.8 bc | 6.8 ab |
| 7 | | 吉野1號 | 0.62 d | 102 def | 147 e | 94 e | 49 d | 10.4 bc | 6.6 ab |
| 8 | | 臺中秈3號 | 0.65 cd | 148 ab | 167 d | 102 d | 49 d | 10.6 bc | 5.7 b |
| 9 | | 臺南秈15號 | 0.74 ab | 141 ab | 185 bc | 112 c | 53 cd | 10.4 bc | 6.8 ab |
| 10 | | 臺中在來1號 | 0.75 a | 142 ab | 197 a | 120 b | 59 b | 13.2 a | 6.0 b |
| 11 | | 高雄秈7號 | 0.78 a | 153 a | 196 a | 120 b | 57 bc | 9.3 c | 6.0 b |
| 總平均 | | Average | 0.69 | 118 | 167 | 111 | 53 | 10. 6 | 6.7 |
| 國外文獻 | | Reference* | 0.35-0.98** | 93 | 93-174 | 81-151 | 23-58 | 12-35 | 0.6-10 |

* :Juliano et al (1985) p. 44，原數據係以水分含量14%表示之。

** :Juliano et al (1985) p. 38，原數據係以水分含量14%表示之。

期作白米而言，大致上南部米較中部米磷、鎂含量略高。

在自然食品中最富含錳的食物爲米。在表 5 微量元素分析值中，錳含量以臺中區較高雄區高。銅含量則高雄區反較臺中區高。大致上七十三年二期米大多數稉米品種之錳、銅含量均較秈米高。七十二年二期倉儲稉米錳含量亦較秈米高，但七十三年一期米錳含量則相反地以秈米爲高 [9]，可能錳含量亦受稻米品種及成熟溫度高低所影響。

表 5：不同品種白米之微量元素分析（Dry basis）

Table 5: Trace elements analylsis of milled rice

| 編號 No. | 地區 Area | 品種 Variety | 鐵 Fe (mg%) | 鋅 Zn (mg%) | 錳 Mn (mg%) | 銅 Cu (mg%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 臺中區 TAICHUNG | 臺南 5 號 | 0.8 cd | 1.9 cd | 0.9 ab | 0.7 a |
| 2 | | 臺南 7 號 | 0.9 bcd | 2.1 bc | 1.0 a | 0.6 ab |
| 3 | | 臺農67號 | 0.8 d | 2.0 bc | 0.9 b | 0.4 c |
| 4 | | 臺中189號 | 0.8 d | 2.1 bc | 0.9 ab | 0.4 bc |
| 5 | | 高雄141號 | 0.8 cd | 2.0 bcd | 0.7 c | 0.4 c |
| 6 | | 越光 | 1.0 a | 2.4 a | 0.6 d | 0.6 ab |
| 7 | | 吉野 1 號 | 0.9 bc | 2.0 bc | 0.9 ab | 0.5 bc |
| 8 | | 臺中秈 3 號 | 0.8 d | 2.1 bc | 0.6 d | 0.4 c |
| 9 | | 臺南秈15號 | 0.9 cd | 2.1 b | 0.7 c | 0.4 bc |
| 10 | | 臺中在來 1 號 | 0.9 b | 1.8 d | 0.6 d | 0.4 bc |
| 11 | | 高雄秈 7 號 | 0.8 cd | 2.0 bc | 0.6 d | 0.4 bc |
| 1 | 高雄區 KAOSHUNG | 臺南 5 號 | 0.9 bc | 1.8 cd | 0.5 bc | 0.5 ab |
| 2 | | 臺南 7 號 | 1.0 a | 2.3 a | 0.6 a | 0.6 ab |
| 3 | | 臺農67號 | 0.9 bcde | 1.7 d | 0.5 c | 0.6 ab |
| 4 | | 臺中189號 | 0.9 bcd | 2.0 b | 0.6 b | 0.5 ab |
| 5 | | 高雄141號 | 0.9 cde | 1.9 bc | 0.5 bc | 0.6 ab |
| 6 | | 越光 | 0.9 bcd | 1.4 e | 0.5 bc | 0.6 a |
| 7 | | 吉野 1 號 | 0.8 de | 1.8 cd | 0.7 a | 0.5 b |
| 8 | | 臺中秈 3 號 | 0.9 cde | 1.9 bc | 0.5 bc | 0.5 ab |
| 9 | | 臺南秈15號 | 0.8 e | 2.3 a | 0.5 bc | 0.5 b |
| 10 | | 臺中在來 1 號 | 0.9 ab | 1.9 bc | 0.5 bc | 0.5 b |
| 11 | | 高雄秈 7 號 | 0.8 de | 2.4 a | 0.5 bc | 0.5 b |
| 總平均 | Average | | 0.9 | 2.0 | 0.7 | 0.5 |
| 國外文獻 | Reference* | | 0.2-3.3 | 0.7-2.7 | 0.7-2.0 | 0.2-0.4 |

* : Juliano et al (1985) p. 44，原數據係以水分含量14%表示之。

**: Juliano et al (1985) p. 38，原數據係以水分含量14%表示之。

由表 4 所示之硫含量可以看出，秈米較稉米含有多量之硫。稉米中則以臺農67號及臺中 189號硫含量最低。依據森高氏對日本軟質米、硬質米、外米中蛋白質分析結果，其所含有之SH 基與S-S 結合之硫量分別爲 33.43、39.4及41.96 μeq/g蛋白質[6]，與本試驗分析結果可相印證。將硫含量與蛋白質量相比較，似有蛋白質高則硫含量高之趨勢。然而臺中區越光稉米蛋白質量雖特別高，其蛋白質中之含硫量則近似稉米。又，臺中秈 3 號、高雄秈 7 號蛋白質量雖較低而其蛋白質中硫含量則遠高於稉米。

（4）吸水率、米粒大小及食味官能分析值：

一般人認爲煮飯時在來較蓬萊米需要多量的水；飯粒要軟則水量要多。然而由表 6 所示，將白米磨成粉然後充分吸水時，其飽和吸水率雖因品種、地區而有差異，却無在來米較蓬萊米吸水量多之預期現象出現。生澱粉在充足的水存在下加熱至其糊化溫度時，水分子介入直鏈澱粉與枝鏈澱粉之間，發生水合作用，破壞原有氫鏈結合，使澱粉粒體積及粘度增大，此即米粒之糊化作用。由於在來米之糊化溫度較高，欲達到其糊化溫度所需之水分子量必然較蓬萊米多；因此假設添加多量水可使參與水合作用之水分子量增加，而達到使高糊化溫度米粒較軟化之效果。

大部分的白米米粒厚度在高雄區者大於臺中區；而以臺中秈 3 號變化最大；例外者

**表 6**：不同品種白米之米粒大小與吸水率

**Table 6**: Grain size and water uptake of different milled rice

| 編號 No. | 地區 Area | 品種 Variety | 吸水率 Water uptake (g/g) | 白米粒長 Rice length (mm) | 白米粒寬 Rice width (mm) | 白米粒厚 Rice thickness (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 臺中區 TAICHUNG | 臺南 5 號 | 6.907 b | 5.0 f | 2.8 b | 1.9 ab |
| 2 | | 臺南 7 號 | 7.086 ab | 5.0 f | 2.6 de | 1.8 cd |
| 3 | | 臺農67號 | 6.910 b | 5.0 f | 2.8 b | 1.9 ab |
| 4 | | 臺中189號 | 6.896 b | 4.9 f | 2.7 bc | 1.9 b |
| 5 | | 高雄141號 | 7.117 ab | 5.2 e | 2.7 cd | 1.8 bc |
| 6 | | 越光 | 7.139 ab | 5.0 f | 2.6 cd | 1.9 a |
| 7 | | 吉野 1 號 | 7.394 a | 5.4 d | 2.9 a | 1.9 a |
| 8 | | 臺中秈 3 號 | 7.355 a | 7.0 a | 2.2 g | 1.7 e |
| 9 | | 臺南秈15號 | 7.120 ab | 6.6 b | 2.2 g | 1.6 f |
| 10 | | 臺中在來 1 號 | 6.834 b | 5.3 e | 2.5 f | 1.6 f |
| 11 | | 高雄秈 7 號 | 7.239 a | 5.9 c | 2.5 ef | 1.8 de |
| 1 | 高雄區 KAOSHUNG | 臺南 5 號 | 7.155 ab | 4.8 gh | 2.8 cd | 1.8 e |
| 2 | | 臺南 7 號 | 7.347 a | 4.8 h | 2.7 e | 1.9 cd |
| 3 | | 臺農67號 | 6.998 b | 4.9 fg | 2.9 b | 1.9 b |
| 4 | | 臺中189號 | 7.175 ab | 5.0 f | 2.9 bc | 1.9 bc |
| 5 | | 高雄141號 | 7.388 a | 5.0 f | 2.6 e | 1.9 bc |
| 6 | | 越光 | 7.292 ab | 4.9 fg | 2.8 bcd | 1.9 cd |
| 7 | | 吉野 1 號 | 7.131 ab | 5.2 e | 3.1 a | 2.0 b |
| 8 | | 臺中秈 3 號 | 7.160 ab | 7.0 a | 2.2 g | 2.1 a |
| 9 | | 臺南秈15號 | 7.137 ab | 6.5 b | 2.3 f | 1.7 f |
| 10 | | 臺中在來 1 號 | 7.262 ab | 5.5 d | 2.8 d | 1.7 f |
| 11 | | 高雄秈 7 號 | 7.186 ab | 6.1 c | 2.6 e | 1.8 e |
| 總平均 Average | | | 7.153 | 5.45 | 2.63 | 1.83 |

爲臺南5號，其粒厚則中區略大於南區。米粒寬度亦普遍爲南部大於中部。大多數稉米粒長以臺中區較大；秈米則相反，以高雄區較大（見表6）。一般米粒愈厚表示米粒愈飽滿，米質愈佳。

米粒磨粉時會產生熱度，因此本試驗所分析之磨米後水分不同於稻穀水分。表7所示之稻穀水分爲11.07—14.97%，較表2米磨粉後之水分11.40—13.04%範圍爲大。一般而言，稻穀水分多寡影響貯藏期限，水分愈少愈能久藏。不過快速烘乾造成水分含量太低時，會使米粒發生胴裂產生碎米，破壞品質。

由表7所示之食味官能試驗值分析結果可見稉米顯然較秈米，尤其是高直鏈澱粉秈米受國人歡迎。臺農67號、臺中189號食味最佳，其次爲臺南5號。臺中區生產之高雄141號與臺南7號食味雖佳而在高雄區較差，臺中189與越光則相反。

表7：不同品種白米之穀粒水分與食味官能試驗值

**Table 7**: The moisture content of rice grain and eating taste score of milled rice

| 編號 No. | 地區 Area | 類型 Type | 品種 Variety | 穀粒水分 Grain moisture | 食味官能試驗值 Taste score |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 臺中區 TAICHUNG | Jap. type 稉米 | 臺南5號 | 12.57 b | 0.41 bc |
| 2 | | | 臺南7號 | 12.60 b | 0.54 abc |
| 3 | | | 臺農67號 | 11.93 bc | 0.95 a |
| 4 | | | 臺中189號 | 12.13 bc | 0.22 cd |
| 5 | | | 高雄141號 | 14.13 a | 0.71 ab |
| 6 | | | 越光 | 11.07 c | −0.05 d |
| 7 | | | 吉野1號 | 14.63 a | 0.27 cd |
| 8 | | Ind. type 秈米 | 臺中秈3號 | 14.97 a | −0.08 d |
| 9 | | | 臺南秈15號 | 12.87 b | −1.50 e |
| 10 | | | 臺中在來1號 | 12.53 b | −1.70 e |
| 1 | 高雄區 KAOSHUNG | Jap. type 稉米 | 臺南5號 | 13.03 ab | 0.47 ab |
| 2 | | | 臺南7號 | 13.10 ab | 0.03 cd |
| 3 | | | 臺農67號 | 12.83 ab | 0.59 a |
| 4 | | | 臺中189號 | 12.40 ab | 0.78 a |
| 5 | | | 高雄141號 | 11.87 b | 0.09 bcd |
| 6 | | | 越光 | 13.30 a | 0.46 ab |
| 7 | | | 吉野1號 | 12.10 ab | 0.39 abc |
| 8 | | Ind. type 秈米 | 臺中秈3號 | 12.13 ab | −0.13 d |
| 9 | | | 臺南秈15號 | 12.23 ab | −1.33 e |
| 10 | | | 臺中在來1號 | 11.90 b | −1.51 e |
| 總平均 Average | | | | 12.72 | −0.019 |

（5）胺基酸組成分析：

部分稻米品種之白米胺基酸組成分示如表 8 。各品種米之胺基酸分佈除胱氨酸(Cystine)、半胱氨酸(Cysteine)外各胺基酸含量大致相同；胱氨酸含量則稉米略低於秈米。胱氨酸與甲硫氨酸(Methionine)同爲含硫胺基酸。將此含量與表 4 之硫含量相比較，則有硫含量高則胱氨酸高之現象。越光硫含量高主要是因其蛋白質含量高，而秈米之硫含量高則除了蛋白質量高外，含較多量的胱氨酸亦爲原因之一。本表中雖然顯示稉米之胱氨酸較秈米高，不過依據謝氏等對糙米胺基酸之分析結果，則在來稻中僅臺中在來一號胱氨酸含量較高，臺中秈 2 號及新竹矮脚尖含量接近蓬萊稻臺中65號及嘉南 8 號[11]。

表 8 ：不同品種白米之氨基酸組成（克／100克蛋白質）

**Table 8**: Amino acid composition of different milled rice (g/100g protein)

（臺中區 Taichung）

| 類型品種 Type Variety | 稉稻 Japonica | | | | 秈稻 Indica | | 平均 | 國外文獻* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 氨基酸 Amino acids | 臺南 7 號 | 臺農67號 | 臺中189號 | 越光 | 臺中秈 3 號 | 臺中在來 1 號 | Average | Reference |
| Lysine | 3.05 | 3.90 | 4.12 | 3.70 | 3.78 | 3.96 | 3.75 | 3.5— 4.1 |
| Histidine | 2.39 | 2.35 | 2.33 | 2.23 | 2.22 | 2.29 | 2.30 | 2.4— 2.8 |
| Ammonia | 2.53 | 2.50 | 2.56 | 2.47 | 2.53 | 2.30 | 2.48 | 2.2— 2.5 |
| Arginine | 8.41 | 8.27 | 8.36 | 8.20 | 7.73 | 8.07 | 8.18 | 8.5— 9.3 |
| Aspartic acid | 9.26 | 9.18 | 9.27 | 9.10 | 8.72 | 9.08 | 9.10 | 9.8—10.2 |
| Threonine | 3.54 | 3.47 | 3.48 | 3.42 | 3.59 | 3.51 | 3.50 | 3.4— 3.9 |
| Serine | 4.77 | 4.72 | 4.59 | 4.77 | 4.60 | 4.41 | 4.64 | 5.8— 6.1 |
| Glutamic acid | 19.58 | 19.55 | 19.40 | 19.88 | 19.30 | 19.08 | 19.47 | 19.1—20.8 |
| Proline | 4.32 | 4.38 | 4.52 | 4.26 | 4.48 | 4.59 | 4.43 | 4.6— 5.0 |
| Glycine | 4.75 | 4.62 | 4.73 | 4.37 | 4.52 | 4.55 | 4.59 | 4.6— 5.4 |
| Alanine | 5.93 | 5.83 | 5.91 | 5.60 | 5.82 | 5.72 | 5.80 | 5.9— 6.2 |
| Cystine | 1.11 | 0.88 | trace | 1.18 | 1.56 | 1.61 | 1.06 | 1.5— 1.9 |
| Valine | 6.20 | 6.15 | 6.32 | 5.97 | 6.04 | 6.08 | 6.13 | 6.1— 6.3 |
| Methionine | 2.61 | 2.49 | 2.58 | 2.61 | 3.28 | 2.68 | 2.71 | 2.5— 3.3 |
| Isoleucine | 4.13 | 4.08 | 4.20 | 4.22 | 4.31 | 4.15 | 4.18 | 4.2— 4.9 |
| Leucine | 8.15 | 8.22 | 8.29 | 8.19 | 8.26 | 8.28 | 8.23 | 6.7— 8.9 |
| Tyrosine | 4.18 | 4.22 | 4.20 | 4.62 | 4.15 | 4.42 | 4.30 | 4.9— 5.8 |
| Phenylalanine | 5.08 | 5.17 | 5.13 | 5.22 | 5.11 | 5.22 | 5.15 | 5.3— 5.8 |
| 氮素回收率（%） N Recovery | 97.64 | 97.32 | 95.92 | 97.13 | 100.09 | 98.58 | 97.78 | |

＊：Juliano et al (1985) p. 104

（6）脂肪酸組成分析：

白米脂肪含量小於1％（約0.5—0.8％）。由表9所示白米之脂肪含量及脂肪酸組成顯示，品種不同時脂肪酸含量略有差異。大致上棕櫚酸（Palmitic acid）約佔15—20％，油酸（Oleic acid）與亞油酸（Linoleic acid）各佔總脂肪酸量約三分之一以上。本試驗所分析之白米脂肪酸組成與Taira & Chang 報告之臺灣印度型與日本型糙米組成十分接近[20]。秈米之棕櫚酸量較稉米高。不過蛋白質量甚高之稉稻越光白米其棕櫚酸量亦接近秈米。陳、宋氏曾對國內五種稉米品種之米糠層及脫糠後之胚乳部分（油脂含量0.5—0.8％）脂肪酸分佈進行研究，結果發現胚乳澱粉外部油脂之脂肪酸組成和米糠層之油脂非常類似[8]。本試驗米質可能含有較多量的外部油脂所以其脂肪酸組成與糙米近似。比較臺中及高雄區之白米脂肪含量與食味官能試驗值則可看出，對同一品種而言，脂肪量較高者食味較差。

**表9**：不同品種白米之脂肪酸組成（克／100克脂肪）

**Table 9**: The fatty acid composition of milled rice (g/100g Lipid)

| 品種 Type / 脂肪酸 fatty acid | 稉米 Japonica 臺南7號 | 臺農67號 | 臺中189號 | 越光 | 秈米 Indica 臺中秈3號 | 臺中在來1號 | 糙米 brown rice Jap. [20] | Ind. [20] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Palmitic acid (16:0) | 16.98 | 15.63 | 16.55 | 19.77 | 20.55 | 20.53 | 15.73 | 19.00 |
| Palmitoleic acid (16:1) | 1.04 | 0.54 | 0.32 | 0.67 | 0.74 | 0.60 | 0.21 | 0.22 |
| Stearic acid (18:0) | 0.92 | 1.51 | 1.33 | 0.96 | 1.16 | 1.08 | 1.83 | 1.93 |
| Oleic acid (18:1) | 44.41 | 41.00 | 38.69 | 33.30 | 43.84 | 35.51 | 44.13 | 42.82 |
| Linoleic acid (18:2) | 32.06 | 34.49 | 37.05 | 35.70 | 29.28 | 37.65 | 33.69 | 31.68 |
| Linolenic acid (18:3) | 0.60 | 0.30 | 0.50 | 3.75 | 0.37 | 0.77 | 1.20 | 1.41 |
| Others | 3.99 | 6.53 | 5.56 | 5.85 | 4.06 | 3.86 | 3.21 | 2.94 |
| 粗脂肪 (Crude lipid%) | 0.75 | 0.58 | 0.67 | 0.64 | 0.59 | 0.68 | 2.67 | 2.88 |
| (臺中區Taichung) | 0.75 | 0.56 | 0.74 | 0.71 | 0.52 | 0.76 | | |
| (高雄區Kaoshiung) | 0.75 | 0.60 | 0.60 | 0.57 | 0.67 | 0.61 | | |

## (三) 化學品質各性狀與食味之關係：

表10—14所示爲各分析性狀間之簡單直線相關係數。化學性狀與食味相關顯著者，依相關係數大小分別爲直鏈澱粉、硫、蛋白質、米粒厚度、磷、水溶性醣、游離糖、米粒寬度、灰分、米粒長度、總醣、水分與粗澱粉。

日本對米之食味早有研究，依據近年來竹生氏等對米之食味與理化學性質之關連研究所得到的結果，官能檢查項目中與食味評價相關高之項目爲外觀、口味及粘性，尤其是口味與粘性。又與官能檢查所得到之總合食味評價相關高之理化學項目對1981年產米爲白米蛋白質、白米粉amylograph特性中之最高粘度、最低粘度、breakdown、白米煮飯特性中之蒸飯液碘呈色

表10：白米蛋白質品質與其它性狀間之相關係數

Table 10: Correlation coefficients among protein quality and other characteristics.

| | 水分 Moist. | 粗蛋白質 Cr. pr. | 純蛋白質 True pr. | 鹼溶性蛋白 Alk. pr. | 水溶性蛋白 Water pr. |
|---|---|---|---|---|---|
| 水分 Moisture | 1.00 | 0.15 | 0.13 | 0.05 | −0.01 |
| 粗蛋白質 Crude protein | −0.15 | 1.00 | 0.94** | 0.91** | −0.03 |
| 純蛋白質 True protein | 0.13 | 0.94** | 1.00 | 0.91** | −0.05 |
| 鹼溶性蛋白 Alk. sol. protein | 0.05 | 0.91** | 0.91** | 1.00 | 0.16 |
| 水溶性蛋白 Water sol. protein | −0.01 | −0.03 | −0.05 | 0.16 | 1.00 |
| 總醣 Carbohyrate | 0.23 | −0.61** | −0.67** | −0.69** | 0.06 |
| 粗澱粉 Crude starch | 0.27* | −0.54** | −0.60** | −0.66** | 0.02 |
| 直鏈澱粉 Amylose | 0.56** | 0.54** | 0.58** | 0.36** | −0.28* |
| 游離糖 Free sugar | −0.25 | −0.44** | −0.45** | −0.34** | 0.25* |
| 水溶性醣 Water sol. sugar | −0.11 | −0.41** | −0.42** | −0.28* | 0.15 |
| 灰分 Ash | 0.15 | 0.36** | 0.37** | 0.24 | 0.02 |
| 硫 S | 0.22 | 0.75** | 0.67** | 0.64** | −0.06 |
| 磷 P | 0.22 | 0.46** | 0.43** | 0.32* | −0.05 |
| 鉀 K | 0.08 | −0.23 | −0.17 | −0.27* | 0.06 |
| 鎂 Mg | −0.08 | 0.23 | 0.26* | 0.21 | 0.15 |
| 鈣 Ca | 0.02 | −0.12 | −0.04 | −0.07 | 0.04 |
| 鐵 Fe | −0.31* | 0.27* | 0.34** | 0.38** | 0.22 |
| 鋅 Zn | 0.20 | 0.14 | 0.12 | −0.00 | −0.35** |
| 錳 Mn | 0.11 | −0.39** | −0.39** | −0.48** | −0.30* |
| 銅 Cu | −0.11 | −0.16 | −0.18 | −0.02 | 0.35** |
| 鈉 Na | 0.04 | −0.12 | −0.09 | −0.16 | 0.02 |
| 吸水率 Water uptake | −0.20 | −0.03 | −0.10 | −0.03 | −0.05 |
| 白米粒長 Grain lengh | 0.34** | 0.43** | 0.30* | 0.26* | −0.33** |
| 白米粒寬 Grain width | −0.20* | −0.47** | −0.36** | −0.26* | 0.37** |
| 白米粒厚 Grain thickness | −0.29* | −0.42** | −0.49** | −0.24 | 0.34** |
| 食味官能試驗值 Taste score | −0.34** | −0.73** | −0.73** | −0.57** | 0.24 |

** 1%顯著水準 Significant level

* 5%顯著水準 Significant level

度、米飯 Texturemeter 特性中之硬性與付著性[2]。對1982年產米則爲直鏈澱粉量、amylograph之最高粘度及breakdown粘度、蒸飯液之碘呈色度及米飯Texturemeter 特性中除了凝集性外之各項性狀。白米蛋白質及直鏈澱粉量與官能檢查中之外觀、口味及粘性呈顯著負相[3]。

表11：白米之醣類品質與其它性狀間之相關係數

**Table 11**: Correlation coefficients among carbohydrates and other characteristics.

| | 總醣 hydrate | 粗澱粉 Starch | 直鏈澱粉 Amylose | 游離糖 Free sugar | 水溶性醣 Water sol. sugar |
|---|---|---|---|---|---|
| 總醣 Carbohydrate | 1.00 | 0.97** | −0.19 | 0.29* | 0.35** |
| 粗澱粉 Crude starch | 0.97** | 1.00 | −0.08 | 0.18 | 0.11 |
| 直鏈澱粉 Amylose | 0.19 | −0.08 | 1.00 | −0.53** | −0.46** |
| 游離糖 Free sugar | 0.29* | 0.18 | −0.53** | 1.00 | 0.55** |
| 水溶性醣 Water sol. sugar | 0.35** | 0.11 | −0.46** | 0.55** | 1.00 |
| 灰分 Ash | −0.19 | −0.08 | 0.40** | 0.06 | −0.49** |
| 硫 S | −0.53** | −0.44** | 0.47** | −0.46** | −0.47** |
| 磷 P | −0.25 | −0.11 | 0.54** | −0.17 | −0.59** |
| 鉀 K | 0.17 | 0.25 | 0.11 | 0.34** | −0.26* |
| 鎂 Mg | −0.20 | −0.12 | 0.14 | 0.22 | −0.38** |
| 鈣 Ca | 0.02 | 0.09 | 0.07 | 0.26* | −0.22 |
| 鐵 Fe | −0.35** | −0.31* | −0.11 | 0.13 | −0.26* |
| 鋅 Zn | −0.01 | 0.02 | 0.15 | 0.23 | −0.08 |
| 錳 Mn | 0.40** | 0.32* | −0.02 | 0.48** | 0.46** |
| 銅 Cu | 0.01 | −0.04 | −0.35** | 0.24 | 0.22 |
| 鈉 Na | 0.30* | 0.27* | 0.04 | 0.22 | 0.20 |
| 吸水率 Water uptake | 0.03 | 0.05 | −0.17 | −0.10 | −0.10 |
| 白米粒長 Grain length | −0.27* | −0.19 | 0.46** | −0.62** | −0.40** |
| 白米粒寬 Grain width | 0.29* | 0.23 | −0.43** | 0.41** | 0.32* |
| 白米粒厚 Grain thickness | 0.16 | 0.07 | −0.78** | 0.41** | 0.39** |
| 食味官能試驗值 Taste score | 0.47** | 0.34** | −0.85** | 0.54** | 0.62** |

** 1%顯著水準 Significant level

* 5%顯著水準 Significant level

日本與我國米食習慣雖然接近，不過其稻米品種多爲含低直鏈澱粉量之日本型米，又其稻米一年僅有一期作生產；而臺灣除有近似日本型米之蓬萊米品種外尙有直鏈澱粉量高低不同之秈米品種且一年有二至三期之生產。在米質上除了品種差異外尙有期作不同之差別存在。依據本次實驗所示食味官能試驗值與蛋白質、直鏈澱粉之相關係數來看，國人之飯食口味也與日本相同，偏好低直鏈澱粉及蛋白質之稉稻品種。

Amylograph 特性雖爲判別澱粉性狀之重要指標，然而在測定上不僅方法費時、需要大量樣本、儀器昂貴且分析結果往往因試驗室操作不同而異[16]。測定米飯物理性組織結構之 Texturemeter 亦屬較精密昂貴之儀器，較不適用於普遍化評判大量樣本白米之食味。以官能品評白米之食味品級雖然最能直接代表衆人口味之選擇，不過來自感官的判斷往往受到種種外在因素影響，複雜、耗時。若能以外觀品質、簡易物理及化學方法客觀分析評斷大量白米樣本

表12：白米灰分及礦物質與其它性狀間之相關係數

**Table 12**：Correlation coefficient among trace elements and other characteristics

| | 灰分 Ash | 硫 S | 磷 P | 鉀 K | 鎂 Mg | 鈣 Ca | 鈉 Na |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 灰分 Ash | 1.00 | 0.28* | 0.87** | 0.73** | 0.84** | 0.27* | 0.15 |
| 硫 S | 0.28* | 1.00 | 0.44** | −0.15 | 0.12 | −0.04 | −0.11 |
| 磷 P | 0.87** | 0.44** | 1.00 | 0.60 | 0.80** | 0.29* | −0.02 |
| 鉀 K | 0.73** | −0.15 | 0.60** | 1.00 | 0.68** | 0.38** | 0.29* |
| 鎂 Mg | 0.84** | 0.12 | 0.80** | 0.68** | 1.00 | 0.35** | 0.08 |
| 鈣 Ca | 0.27* | −0.04 | 0.29* | 0.38** | 0.35** | 1.00 | .00 |
| 鈉 Na | 0.15 | −0.11 | −0.02 | 0.29* | 0.08 | .00 | 1.00 |
| 鐵 Fe | 0.41** | 0.21 | 0.36** | 0.29* | 0.51** | 0.33* | 0.09 |
| 鋅 Zn | 0.47** | 0.12 | 0.49** | 0.31* | 0.42** | 0.20 | 0.12 |
| 錳 Mn | −0.03 | −0.36** | −0.14 | 0.24 | −0.05 | 0.06 | 0.45** |
| 銅 Cu | 0.09 | −0.05 | .00 | 0.20 | 0.12 | 0.10 | 0.10 |
| 吸水率 Water uptake | −0.12 | 0.09 | 0.03 | −0.18 | −0.08 | 0.16 | −0.14 |
| 白米粒長 Gr. length | −0.02 | 0.57** | 0.23 | −0.29* | −0.24 | −0.27* | −0.22 |
| 白米粒寬 Gr. width | −0.23 | −0.65** | −0.41** | 0.07 | −0.04 | 0.24 | 0.08 |
| 白米粒厚 Gr. thickness | −0.40** | −0.36** | −0.43** | −0.21 | −0.17 | .00 | −0.22 |
| 食味官能試驗值 Taste-score | −0.50** | −0.75** | −0.65** | −0.09 | −0.30* | −0.08 | 0.04 |

* 5%顯著水準 Significant level
** 1%顯著水準 Significant level

表13：白米微量元素與其它性狀間之相關係數

**Table 13**：Correlation coefficients among trace elements and other characteristics

| | 鐵 Fe | 鋅 Zn | 錳 Mn | 銅 Cu |
|---|---|---|---|---|
| 鐵 Fe | 1.00 | 0.07 | −0.26* | 0.31* |
| 鋅 Zn | 0.07 | 1.00 | 0.25* | −0.06 |
| 錳 Mn | −0.26* | 0.25* | 1.00 | −0.10 |
| 銅 Cu | 0.31* | −0.06 | −0.10 | 1.00 |
| 吸水率 Water uptake | 0.28* | 0.02 | −0.31* | −0.02 |
| 白米粒長 Gr. length | −0.29* | 0.18 | −0.19 | −0.32* |
| 白米粒寬 Gr. width | 0.14 | −0.36** | 0.14 | 0.19 |
| 白米粒厚 Gr. thickness | .00 | −0.12 | 0.01 | 0.30* |
| 食味官能試驗值 Taste score | −0.15 | −0.21 | 0.25 | 0.18 |

* 5%顯著水準 Significant level
** 1%顯著水準 Significant level

表14：白米米粒性狀與食味間之相關係數

**Table 14**: Correlation coefficients among grain size, water uptake and taste score

| | 吸水率 Water uptake | 米粒長度 length | 米粒寬度 width | 米粒厚度 thick ness | 食味官能試驗值 taste score |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 吸水率 Water uptake | 1.00 | 0.13 | −0.05 | 0.13 | 0.05 |
| 13 白米粒長 Gr. length | 0.13 | 1.00 | −0.82** | −0.23 | −0.49** |
| 14 白米粒寬 Gr. width | −0.05 | −0.82** | 1.00 | 0.38** | 0.53** |
| 15 白米粒厚 Gr. thickness | 0.13 | −0.23 | 0.38** | 1.00 | 0.65** |
| 31 食味官能試驗值 Taste score | 0.05 | −0.49** | 0.53** | 0.65** | 1.00 |

* 5%顯著水準 Significant level

** 1%顯著水準 Significant level

成功，則除了稻米品質分級制度付諸實施外，良質米育種及栽培亦可有所依據。本次實驗結果雖然得到部分化學成分與食味有顯著相關，但其相關程度尚不足以完全代表食味；因此尚有待繼續探討其它化學組成分之影響。

## 結論與建議

本試驗所採用之水稻品種包括稉稻與秈稻。由化學成分分析可以看出，此二種水稻白米之組成分並不相同。長粒型臺中秈3號品種雖屬低直鏈澱粉品種，但其蛋白質、氨基酸、脂肪酸、游離糖及部分礦物質組成則仍與含高直鏈澱粉之秈米品種相近。在米質試驗材料區分上應將稉米與秈米與分開，分別進行比較。國外對稻米之區分基礎爲粒型或直鏈澱粉含量，此種分別法就化學成分而言，似乎不適用於國內稻米品種。

食物之營養價值在於蛋白質、礦物質、維生素及脂肪之含量與組成。秈米含有較大量的蛋白質、含硫氨基酸與礦物質，營養價值較高，但食味差。在營養與好吃二者不可兼顧之情況下，由於目前國人蛋白質、礦物質可由其它食物補充，白米之主要營養貢獻在於提供熱量，因此建議推廣食味較佳之品種，並且以降低蛋白質、硫、磷、灰分含量等方法改進食味。例如提高白米之精白度，雖然收量減少，營養成分流失，但白米之澱粉量會增加，蛋白質及灰分含量降低、食味較佳。

## 參考文獻

1. 三鍋昌俊（1956）軟質米の生成に關する作物學的硏究。福井大學教育部紀要 Series V, No. 4, Part 1。福井大學，福井，日本。
2. 竹生新治郎、渡邊正造、杉本貞三、酒井藤敏、谷口嘉廣（1983）米の食味と理化學的性質の關連。澱粉科學30(4),333—341。
3. 竹生新治郎、渡邊正造、杉本貞三、眞部尙武、酒井藤敏、谷口嘉廣（1985）多重回歸分析による米の食味の判定式の設定。澱粉科學32(1),51—60。
4. 宋勳、侯福分、洪梅珠（1986）稻米品質檢定與分級制度之硏究。七十四年稻作改良年報P.332—335。
5. 食糧硏究所（1969）米の品質と貯藏利用。P.11，食糧技術普及シリーズ第7號，食糧硏究刊行會，日本農林省食糧硏究所，日本。
6. 森高眞太郎（1978）精白米の貯藏中に品質變化。釀造協會誌73,690—696。
7. 稻津脩，新井利直（1986）お米の味—その向上ける可能か。化學と生物24(8),497—499。
8. 陳炳牆、宋賢一（1983）稻米穀實油脂成分之脂肪酸組成。中國農業化學會誌21,39—43。

9. 臺灣省農業試驗所74年年報（1986）P.84—86。

10. 劉慧瑛（1986）中華農業研究35,63—80。

11. 謝伯東、蔡錫舜、陳信濤、花翠紅（1975）臺灣產食米中各種氨基酸之分佈之研究。中國農業化學會誌12(1-2)，73—80。

12. 謝順景等（1983）良質米品種之選育與食味檢定方法研究報告P.20—21。

13. Association of Official Agricultural Chemists (1970) Methods of Analysis A. O. A. C. 11th ed. Pub. by Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D. C.

14. Dubois, M. et al (1956) Anal. Chem., 28 , 350—356.

15. Jackson, M. L. (1962) Soil Chemical Analysis. 3rd ed. P. 151—154 Pub. by Prentice-Hall Inc.

16. Juliano, B. O. et al. (1981) International Cooperative Testing on the Amylose Content of Milled Rice. Starch/Starke 33(5), 157—162.

17. Juliano, B. O. et al. (1985) Cooperative Test on Amylography of Milled-Rice Flour for Pasting Viscosity and Starch Gelatinization Temperature. Starch/Starke 37(2), 40—50.

18. Juliano, B. O. et al. (1985) Rice: Chemistry and Technology. 2nd ed. Pub. by The American Association of Cereal Chemists Inc. St. Paul. Minnesota.

19. Lowry, O. H. et al. (1951) Protein Measurement with the Folin phenol Reagent. J. Biol. Chem. 193, 265—275.

20. Taira, H. & W. -L. Chang (1986) Lipid Content and Fatty Acid Composition of Indica and Japonica Type of Nonglutinous Rice. J. Agric. Food Chem. 34, 542-545.

# Studies on the Chemical Quality of Taiwan Rice and its relationship with Eating Quality[1]

Huey-ing Liu, Lee-huei Lin, [2] Shiun Song and Mei-chu Hong[3]

## Summary

The chemical composition of eleven species of milled rices cultivated in Taiwan had been analyzed, including moisture, crude protein, alkaline soluble protein, water soluble protein, amino acid composition, ether extracts, fatty acid composition, total carbohydrate, crude starch, amylose free sugar, water soluble sugar, water uptake, ash, minerals (P, S, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu, Zn ) and grain size. Comparison the che mical quality with the eating quality determined by the panel test, we found amylose, protein, S, P, grain thickness, water soluble sugar and free sugar contents had sig nificant correlation.

From the chemical components data shown, the japonica type rice were different from indica type. Taichung Sen No. 3, a long grain indica rice although had low amylose content like japonica type rice, had similiar protein, free sugar, partial minerals, amino acid and fatty acid compositions as other long or short grain high amylose indica rice. Indica rice were more nutritive than japonica, but the people living in Taiwan prefer to low protein, ash, lipid, amylose and high free sugar and water soluble sugar content rice, i. e. Pon-Lei rice.

---

1. Contribution No. 1407 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant from Council of Agriculture , Executive Yuan.
2. Respectively, agricultural chemist and assistant chemist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301 R. O. C.
3. Respectively, Head and assistant agronomist of Crop Improvement Division of Taichung DAIS, R, O. C.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 37(2) : 196~206 (1988)

# 玉米品種間對矮化嵌紋病毒之反應[1]

鄧汀欽　　楊一郎[2]

**摘要**　溫室苗期法抗病檢定超甜玉米品種 (Honey 236)，飼料玉米推廣品種(臺南 16號、臺農351號和臺農1號)，選育中之玉米品系(臺農育 TA85W—2)，及自交系(TA80—1410)等，結果顯示供試品種(系)對玉米矮化嵌紋病毒B型系統(MDMV-B)皆呈感病反應，但依發病百分率及發病速率來判斷，六個供試材料中以超甜玉米 Honey 236 最為感病，臺農1號和 TA80—1410 最抗病。田間試驗發現玉米經 MDMV-B 感染後，對植株的開花期、吐絲期、株高、莖軸、鮮果穗及乾子粒產量都顯著延遲或減少，唯脫粒率不受影響。其中超甜玉米 Honey 236 的鮮果穗減產約32%，TA80—1410 的子粒產量損失約40%，為反應最劇者；其次為臺農351號、臺南16號、及臺農育 TA85W-2 之子粒產量損失各約為29、27、24%；而臺農1號之子粒產量與對照組幾無差異，可謂為耐病品種。另外，由田間病徵，及利用酵素結合抗體免疫分析(ELISA)測定罹病株的 MDMV-B 含量，發現各玉米品種(系)病徵嚴重程度與植株內病毒累積量及作物產量損失率成正相關。

臺灣玉米病毒有玉米矮化嵌紋病毒B型系統 (maize dwarf mosaic virus B strain, MDMV-B) 及甘蔗嵌紋病毒 (sugarcane mosaic virus, SCMV) 系統，以前者發生普遍且病原性強而最具重要性[2]。有關玉米品種被病毒感染所造成的損失，曾氏[1]報告臺南5號玉米接種甘蔗嵌紋病毒D型系統 (SCMV-D)，引起產量損失 5—25 %。在國外，則有多種結果，一般認為早期被病毒感染，玉米生育所受的影響較大[26,29,30,38]；MDMV-A 影響玉米產量比 MDMV-B 較為厲害[11,30]；品種間受病毒影響的程度亦有差異，而玉米減產比率從極微到46%[6,8,10,17,22,25,29,32,33]，甚至有報導甜玉米若完全感染 MDMV 後，有 100%損失的記錄[35]。因此有些學者建議利用耐病品種供疫區種植[8,22,25]，但亦有認為需要完整的抗病性才有防治效果[17,32]。本研究係探討目前推廣與將要推廣之品種及試驗中之玉米品系對 MDMV-B 感染後的反應，比較對病毒的感受性及生育受影響的程度，作為防治策略擬訂的參考及未來育種之用。

## 材料與方法

### 一、供試玉米品種(系)及病毒來源

供試玉米種子有超甜玉米 Honey 326 乃興農公司自美進口之雜交種子，親本不詳，購自市場；臺南16號，臺農 351號為推廣品種，親本分別為 (Ame III 29—5—3×UPCA—1—2—1) × (P10—2—3×P10—7—2) 及 TA80—2598×TA80—1410，購自種苗繁殖改良場；TA80—1410 為臺農351號之父本自交系，由本所農場供應；臺農育 TA85W—2 及臺農1號親本分別為 TA2808—174×TA2565—112 及 TA2808—176×TA3651—377，由本所農藝系提供。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1408 號。

2. 臺灣省農業試驗所植物病理系助理研究員、副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉

玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統 (MDMV—B) ，分離自罹病玉米[2]，在溫室中接種於臺南 5 號玉米上繁殖，並定期更新、保存備用。

**二、溫室苗期法 (greenhouse seedling technique[24]) 抗病性檢定**

在溫室內以育苗箱播種玉米，至三葉苗期以病毒粗汁液（新鮮罹病葉片加10倍量 0.01M 磷酸緩衝液， pH7.0 ，磨製而成）行磨擦接種，每個品種 18株，逐日觀察並記錄發病率，根據接種後第七天及第十四天的發病率算出病害指數 (disease index) ，並評定其抗感性等級[2]。

**三、病毒感染對田間玉米生長及產量之影響**

田間試驗於1986年10月至1987年 2 月在本所 4 號試驗田進行，檢定 MDMV-B 對上述六個供試品種 (系) 之影響。採裂區設計 (split-plot design) ，二行區，每區行長 6 公尺，行株距 75×50公分，每一品種爲一主區 (mainplot) ，內分二副區 (subplot) ，一副區之植株採行人工接種，另一副區則爲對照。三重複。接種方法乃田間供試植株於播種後 8 天，亦即 3 — 4 葉苗期，在葉片上灑 400 mesh 金鋼砂，再以棉花沾病毒粗汁液（新鮮罹病葉片加10倍量蒸餾水 ， w/v ，磨製而成）逐株擦拭葉片，一週後未出現病徵者再接種一次。田間管理則於播種同時及結穗前各施一次 3 %加保扶 (Furandan) 粒劑，並定期噴灑鈉乃得 (Lannate) 及嘉保信 (Plantvax) 以防蟲害及銹病等，其餘按照一般玉米田管理方式施肥、灌水。生長期間調查(1)開花期 (days to tasseling) 即試驗副區內半數的植株雄穗始花所需之日數，(2)吐絲期 (days to silking) 即副區內半數植株雌穗開始吐絲所需之日數。收穫時，在各副區內逢機取樣 10 株，調查以下項目，取平均值進行統計分析：(1)株高 (plant height) 即由地面至雄穗基部的高度，(2)莖軸 (stalk diameter) 即地面第一節莖部之直徑，(3)每株鮮果穗產量 (green ear weight/plant) 包括每株生產的果穗數及去苞葉後的果穗總產量，(4)子粒產量 (grain yield) 即果穗經曝曬乾燥後，以人工脫粒所得之子粒淨重，換算成各副區的產量，以 kg/ha 表示，(5)脫粒率 (shelling rate) 即每副區生產的子粒佔果穗乾重百分比 (%) 。

**四、酵素結合抗體免疫分析 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 測定各品種 (系) 玉米株所含病毒濃度與罹病程度之關係**

（1）直接法和間接法 ELISA 測定病毒濃度之比較

摘取溫室繁殖之 MDMV-B 感染的玉米葉片，切碎充分混合之後，以 10 倍量的 extraction buffer (0.01M PBS, pH 7.4，含0.05% Tween-20, 2% polyvinylpyrrolidone-40) 淬取汁液，再經 2 倍系列稀釋，進行夾層抗體法（直接法）酵素結合抗體免疫分析 (DAS-ELISA)[39]。同時也以10倍量的 coating buffer (0.05M carbonate, pH9.6，含0.01% sodium azide) ，淬取汁液，同倍數稀釋，進行間接法酵素結合抗體免疫分析 (indirect ELISA)[21]。試驗中所用之抗 MDMV-B 的 IgG 之製備與特性及 DAS-ELISA 之反應條件，在過去的報告已有詳述[3,12]，至於間接法所用的第二抗體是 goat anti-rabbit IgG alkaline phosphatase conjugate (Sigma No. A-8025) ，經1/1000稀釋後使用，其餘條件與 DAS-ELISA 類似。

（2）玉米品種（系）間病徵嚴重度與組織內病毒含量之比較

在試驗田中觀察各品種（系）玉米罹病株之病徵，待至成熟期在各試區逢機取樣 3 株，每個品種（系）共採樣 9 株，分別摘取莖頂下數第三葉、第七葉及新鮮花絲和幼嫩種子等部位，葉片再經打孔器剪成圓盤，花絲、種子則經充分混合後以 10倍量之 extraction buffer 磨取汁液，進行 DAS-ELISA 。

## 結　果

**一、溫室苗期法抗病性檢定**

抗性檢定的結果，六個供試品種（系）的病害指數偏高 (93—100)，皆屬感病性，但由接種後各品種（系）病勢發展速度之差異，如圖一所示，對 MDMV-B 的感受性之大小爲：超甜玉米 Honey

236>臺南16號>臺農351號>臺農育 TA85W-2>TA80-1410<>臺農 1 號。

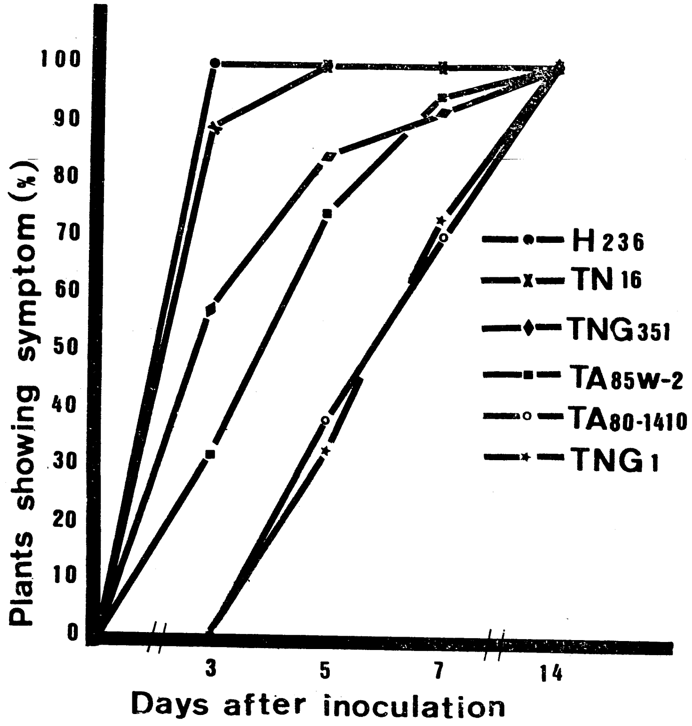



**圖 1.** 溫室苗期法接種玉米矮化嵌紋病毒B型系統，六個玉米品種（系）病勢發展之比較。

**Fig. 1.** Disease developments of six corn varieties/lines inoculated with B strain of maize dwarf mosaic virus (MDMV-B) by greenhouse seedling techique. H236=超甜236 (Honey 236), TN16=臺南16號 (Tainan 16), TNG351=臺農351號 (Tainung 351), TA85W-2=臺農育 TA85W-2 (TA85W-2), TNG1=臺農 1 號 (Tainung 1).

## 二、MDMV-B 對田間玉米生長與產量之影響

田間試驗結果（表一）顯示六個供試玉米品種（系）受 MDMV-B 感染後，其開花、吐絲期均顯著延後，而株高、莖軸、單株果穗數及鮮果穗重和子粒產量亦均顯著減少，唯有對脫粒率之影響較小，差異未達顯著水準。各品種（系）中，超甜玉米 Honey 236 的吐絲期、單株果穗數及鮮果穗重；臺南 16號的吐絲期及單株鮮果重；臺農351號的開花期、吐絲期、莖軸、單株果穗數及鮮果重、子粒產量； TA80—1410 的開花期吐絲期；和臺農 1 號的莖軸等均因病毒感染而延遲或減少且差異均達顯著水準。爲比較玉米品種間受 MDMV-B 影響的程度差異，將上述試區中的主區 (mainplot) 視爲一試區 (plot)，而六個品種（系）視爲處理 (treatments)，在試區內計算各項農藝性狀及產量因 MDMV-B 感染而減少的百分率，仍有三個重複（區組， blocks），整個試驗視爲完全逢機區組設計 (RCBD)，經最小差異顯著測驗，比較各供試品種（系）之結果，如表二所示， TA80—1410的成熟期延後及減產率 (39.81%) 均顯著高於其他品種；超甜玉米 Honey 236 雖然開花期不受影響，但其鮮果穗減產率 ( 31.91 %) 爲各品種（系）之冠，此兩者均爲最感病的品種；其次爲臺農351號、臺南16號及臺農育 TA85W-2 ，子粒減產率分別爲 29.27、26.88及24.18%；而臺農 1 號之損失率僅爲1.24%，與對照幾無差異。

表1. 玉米矮化嵌紋病毒B型系統感染對六個玉米品種（系）農藝性狀及產量之影響[1)]。

Table 1. Effects of maize dwarf mosaic virus B strain (MDMV-B) on agronomic characters and yields of six corn entries

| Corn variety/line | Treat-ment | Days to tasseling | Days to silking | Plant height (cm) | Stalk diameter (mm) | Green ear/plant | | Grain yield (kg/ha.) | Shelling rate (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Number | Weight(g) | | |
| Honey 236 | I[2)] | 53.00[3)] | 59.33** | 114.20 | 17.37 | 1.37 | 194.00 | 942.2[4)] | 54.54 |
| | H | 53.00 | 56.33 | 113.30 | 18.67 | 1.77* | 289.67* | 1,533.3 | 54.00 |
| Tainan 16 | I | 58.67 | 62.67* | 175.30 | 20.53 | 1.07 | 271.50 | 3,431.1 | 75.63 |
| | H | 57.33 | 59.67 | 186.37 | 21.13 | 1.27 | 374.17** | 4,742.2 | 73.32 |
| Tainung 351 | I | 60.67* | 68.33** | 168.40 | 21.30 | 1.23 | 291.50 | 3,817.8 | 74.10 |
| | H | 58.00 | 65.00 | 180.13 | 22.80* | 1.57* | 387.33* | 5,422.2* | 74.76 |
| TA80—1410 | I | 61.33** | 74.00** | 145.17 | 19.17 | 1.00 | 131.67 | 1,106.7 | 66.95 |
| | H | 57.33 | 67.33 | 152.73 | 19.90 | 1.17 | 188.83 | 1,866.7 | 69.29 |
| TA85W-2 | I | 58.67 | 63.00 | 180.97 | 18.70 | 1.30 | 286.83 | 4,088.9 | 80.96 |
| | H | 57.67 | 62.00 | 186.90 | 19.57 | 1.50 | 354.17 | 5,417.8 | 80.49 |
| Tainung 1 | I | 60.67 | 64.00 | 184.63 | 19.10 | 1.70 | 379.33 | 5,644.5 | 80.28 |
| | H | 59.33 | 64.33 | 200.07 | 21.07* | 1.76 | 394.17 | 5,942.2 | 80.65 |
| Mean | I | 58.83** | 65.22** | 161.44 | 19.36 | 1.28 | 259.14 | 3,171.9 | 72.08 |
| | H | 57.11 | 62.44 | 169.92* | 20.52** | 1.51** | 331.39** | 4,154.1** | 72.09 |

1) Planted on September 30, 1986.

2) I=artificial inoculation with MDMV-B on October 7 and October 16. H=noninoculated control.

3) Data are means of 30 plants (10 plants per subplot).
Experiment was a split plot design with corn entries as main plots and treatments as subplots, with three replicates of each plot.

4) Plant spacing 75×50cm.

*, **= Significantly different from corresponding control at 5% and 1% levels, respectively.

表2. 六個玉米品種（系）感染玉米矮化嵌紋病毒B型系統受影響的程度比較。

**Table 2.** Influence of six corn entries inoculated with maize dwarf mosaic virus B strain (BDMV-B).

| Corn entry | Days to tasseling | Days to silking | Plant height | Stalk diameter | Ear weight | Ear number | Shelling rate | Grain yield |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Honey 236 | 0c* | −5.35ab | −0.89 | 6.68 | 31.91a | 23.56 | −1.88 | 36.79ab |
| Tainan 16 | −2.34bc | −5.09ab | 5.51 | 2.68 | 27.20ab | 14.83 | −3.13 | 26.88ab |
| Tainung 351 | −4.63ab | −5.16ab | 6.52 | 6.40 | 24.95ab | 19.88 | 0.89 | 29.27ab |
| TA80-1410 | −6.99a | −9.86a | 4.71 | 3.52 | 30.19ab | 13.75 | 3.38 | 39.81a |
| TA85W-2 | −1.75bc | −1.16bc | 3.17 | 4.32 | 18.17ab | 11.68 | −0.59 | 24.18ab |
| Tainung 1 | −2.40bc | 0.41c | 7.59 | 9.29 | 2.65b | 3.60 | 0.41 | 1.24b |

*Data are means of (noninoculated plot-inoculated plot/noninoculated plot) ×100 in 3 blocks (replicates).

Values in each column having common letters are not significantly different (P=0.05).

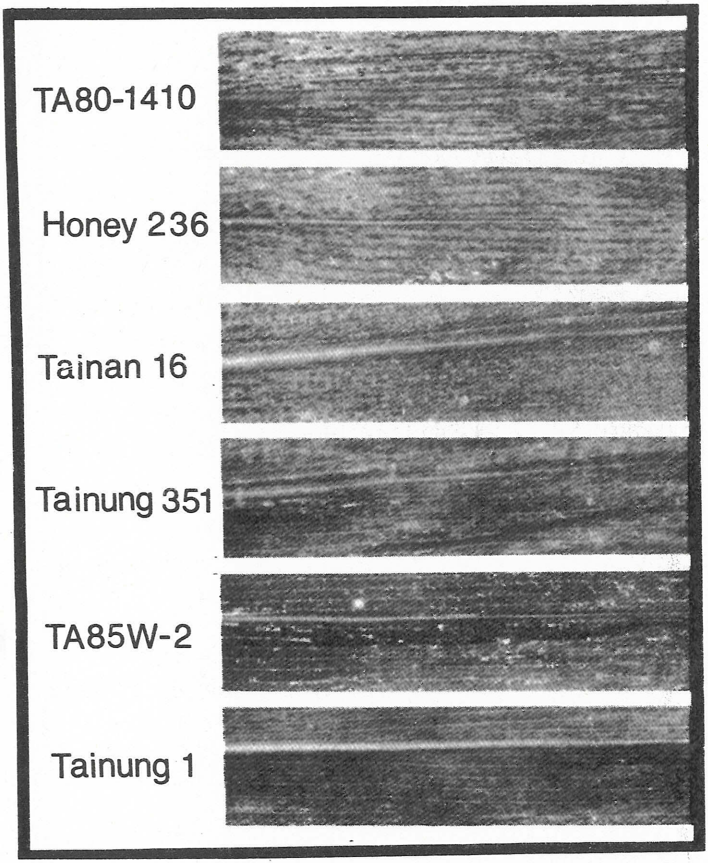



圖2. 六個玉米品種（系）感染玉米矮化嵌紋病毒B型系統，葉片所呈現的病徵之比較。（a）TA80—1410：嚴重退綠斑紋，（b）超甜236：退綠黃化，（c）臺南16號：黃斑嵌紋，（d）臺農351號：嵌紋，（e）臺農育 TA85W-2 ：脈綠嵌紋，（f）臺農1號：輕斑紋。

**Fig. 2.** Symptoms on leaves of six corn varieties/lines infected by B strain of maize dwarf mosaic virus. (a) severe chlorotic mottle on TA80—1410, (b) severe chlorosis on Honey 236, (c) chlorotic mottle on Tainan 16, (d) mosaic on Tainung 351, (e) mosaic with banding on TA85W-2, and (f) mild mottle on Tainung 1.

### 三、品種間罹病株病徵差異的比較

在田間苗期接種 MDMV-B 的六個玉米品種（系），都呈現嵌紋（mosaic）病徵，但病徵呈現的程度在品種之間有強弱之分。各品種同部位（莖頂下數第三葉）葉片之病徵，超甜玉米 Honey 236 和 TA80—1410 呈現較嚴重的退綠現象，而臺農 1 號僅有輕微嵌紋（圖二）。因此根據病徵呈現程度來判斷各品種（系）對 MDMV-B 的感受性，其大小順序為 TA80—1410 >超甜 236>臺南16號>臺農351號>臺農育 TA85W-2 >臺農 1 號。

### 四、ELISA 測定各品種（系）玉米株所含病毒的濃度比較

1.直接法和間接法 ELISA 之效果比較

利用 ELISA 測定罹病玉米植株之葉片粗汁液所含病毒濃度，結果如圖三，顯示間接法比直接法更為敏感，但是其定量測定的有效範圍較窄，僅在病毒粗汁液稀釋 160X—1280X ；而直接法則可定量測定更大的範圍，即 10X—2560X 。試驗中兩種方法的對照組之讀值均偏低，無健康汁液干擾現象。另經接種試驗，病毒粗汁液的感染力之稀釋終點為1/2560。

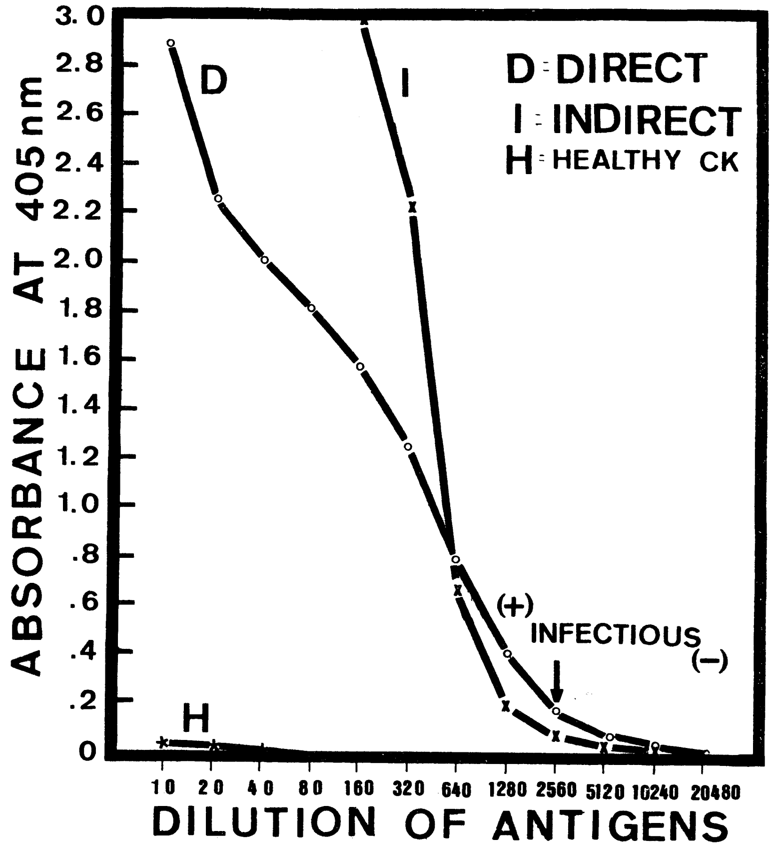



圖3. 比較直接法和間接法酵素結合抗體免疫分析對玉米矮化嵌紋病毒B型系統在玉米粗汁液內的定量測定。

Fig. 3. Comparison of direct (DAS) and indirect ELISA to the detection of maize dwarf mosaic virus B strain (MDMV-B) in corn leaf sap.

2.病毒在各品種（系）組織內濃度的差異

利用 DAS-ELISA ，在各玉米品種（系）罹病株之葉片、花絲及種子都可以測出病毒的存在。而且發現上位第三葉的病毒含量偏高，品種（系）之間無甚差異；但第七葉的病毒含量高低次序是：

超甜玉米 Honey 236 >臺農育 TA85W-2 >臺南16號>臺農 1 號>臺農351號> TA80—1410；鮮嫩的花絲之病毒濃度高低順序是：超甜玉米 Honey 236 >臺南16號>臺農351號> TA80—1410>臺農育 TA85W-2 >臺農 1 號；幼種子的病毒含量高低順序則是：超甜玉米 Honey 236>TA80—1410 >臺農育 TA85W-2 >臺農351號>臺農 1 號>臺南16號（圖四）。

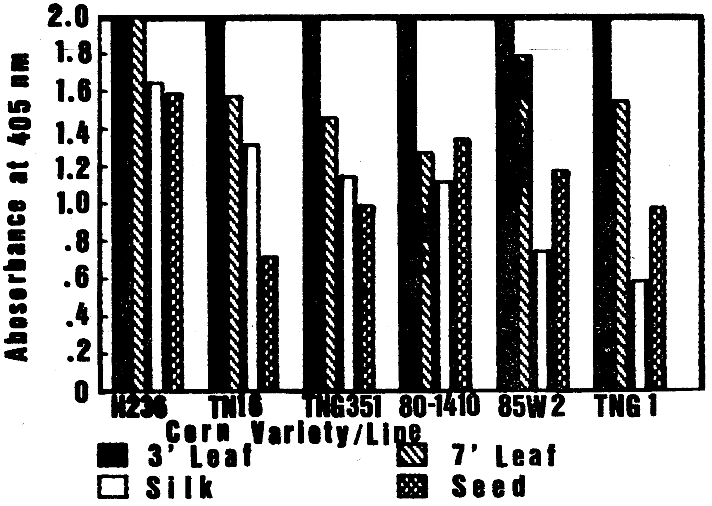



**圖4.** 六個玉米品種（系）感染玉米矮化嵌紋病毒B型系統，以酵素結合抗體免疫分析在葉、花絲及種子中所測得之病毒反應值。

**Fig. 4.** ELISA values (A405nm) of maize dwarf mosaic virus B strain (MDMV-B) from infected leaves, silks, and seeds of six corn varieties/lines.
H236=超甜 236 (Honey 236), TN16=臺南16號 (Tainan 16), TNG351=臺農351號 (Tainung 351) 80—1410=TA80—1410, 85W2=臺農育 TA85W-2 (TA85W-2), TNG1 =臺農 1 號 (Tainung 1).

## 討 論

在本試驗條件下，玉米感染 MDMV-B 後所發生的反應，對田間生育的影響較顯著的有開花期及吐絲期延後，株高及莖軸減小，穗及子粒減產等，但是脫粒率受影響較小，雖然國外報導一般甜玉米受此類病毒感染而影響最大的就是穗的發育及子粒的充實性 [5,8,24,30,35]，但是本試驗所使用的甜玉米品種，超甜玉米 Honey 236 ，卻無嚴重不稔現象，甚至在脫粒率的數據上還比健康對照略高；至於其他品種（系）的農藝性狀和產量受影響之結果就和前人報告類似 [1,6,8,24,30]。由株高、莖軸、果穗數的減少可知 MDMV-B 對玉米的生物產量之影響，但是在經濟產量方面，引起超甜玉米 Honey 236 鮮果穗減少31.91%， TA80—1410 乾子粒產量減少39.81%，其次臺農351號、臺南16號和臺農育 TA85W-2 乾子粒產量分別損失 29.27、26.88、24.18 %，而臺農 1 號只有 1.24%的減產率，可見品種間反應的差異極大。由於 MDMV-B 造成的嵌紋病徵主要出現在葉片，而一般相信此類病徵是葉綠體被破壞，葉綠素減少所致，其結果必然使光合作用效率降低 [9]；此外，試驗中也發現 MDMV-B 罹病株的葉片面積比健株小（數據未列出），因此在病株的生理上光合產物的供應受到限制，而玉米的產量已確知密切受光合作用效率的影響 [40]。臺農 1 號玉米接種 MDMV-B ，除了病徵較輕微無退綠現象外，由株高及莖軸減小的程度得知其生物產量顯著降低，但最後的經濟產量（乾子粒收穫量）只降低1.24%，差異不顯著，表現耐病性，這或許和本品種之光合產物在「供源—轉運—積儲」系統中 [4]，能把較高比率的產物分配於收穫部位(子粒)有關。以上產量損失的估計係在試驗的條件下進行，亦即接種 MDMV-B 的試區之植株在苗期就100%感染的情況之下所得的結果，可視為如

同 Scott 和 Rosenkranz [33] 所謂的病原之直接效應，其間並無健株的田間競爭之間接效應，雖然如此，由試驗的產量損失率已可看出 MDMV-B 對現有栽培玉米品種的潛在威脅，尤其是超甜玉米所受的影響，在此情況下，臺農1號在產量方面卻表現得相當「耐病」，值得進一步觀察試驗，以確定利用該品種來防治 MDMV-B 的效果。

Kuhn 和 Smith [18] 發展的病害指數系統能把各品種玉米在溫室苗期抗 MDMV 檢定的結果充分反映到田間病勢發展與產量影響。試驗中供試的六個玉米品種（系）在溫室苗期抗病檢定時都屬感病反應，但是由接種後近期內各品種（系）的發病速率及百分率來看，仍可發現超甜玉米 Honey 236 的感受性最高，而相對的 TA80—1410 及臺農1號有較高的抵抗性，這種感病或抗病的特性反映到田間試驗的結果，超甜玉米 Honey 236 和臺農1號都能符合正相關；惟有 TA80—1410 的抗性到田間對 MDMV-B 的感染反呈負相關，其罹病株的成熟期落後甚多，產量損失率最高，病徵是嚴重的退綠嵌紋。這原因是 TA80—1410 爲一自交系，其抗病性僅表現在苗期對接種的 MDMV-B 有較低的罹病率與較長的潛伏期，可是一旦發病，植株的反應就極爲厲害，受影響的程度更甚於其他感病品種的植株，尤其本試驗係採强力接種方式（人工接種2次），整個接種試區 100％的植株發病，致有此結果。玉米對 MDMV 或 SCMV 的感受性，除了族群的發病率與罹病個體的發病速率之表現外 [7,8,14,18,22,27,28,31,34]，還可由病徵的嚴重程度 [5,13,17,20,36] 和病毒在玉米體內繁殖的濃度 [7,16,19,36,37] 表示出來，進而利用這些特性來作抗病檢定的依據，本研究使用之六個玉米品種（系），除了 TA80—1410 的特例外，其中最感病的超甜玉米 Honey 236 和最抗病的臺農1號都能符合這些原則，至於其他品種的抗病能力差異有限，上述各項特性的表現雖互有出入，但不致影響整個抗病檢定系統的合理性，且能充分反映到田間生育與產量之表現。此外，在利用 ELISA 反應值來比較各玉米品種（系）之罹病株內 MDMV-B 累積量時，發現所有玉米品種（系）的花絲及新鮮種子均有相當濃度的病毒存在，因此在探討 MDMV-B 對玉米的影響時，關於 MDMV-B 在罹病株內的分佈及種子帶毒與種子傳播病毒之可能性，均值得詳加研究。

## 誌　謝

本研究承行政院農業委員會及臺灣省政府農林廳76農建—8.1糧—67(5)計畫補助經費，本所農場技工簡高都先生負責田間管理，本研究室簡秀芳小姐協助調查及試驗工作，文成之後又蒙農藝系呂宗佳博士斧正，謹此一併致謝。

## 參考文獻

1. 曾建銘　1980・臺灣玉米嵌紋病研究。玉米研究中心研究彙報 14：43—53。
2. 鄧汀欽　1985・玉米矮化嵌紋病毒B型系統之鑑定與抗病檢定。中華農業研究 34：195—206。
3. 鄧汀欽　1987・臺灣玉米矮化嵌紋病毒B型系統與甘蔗嵌紋病毒系統之病原性，血清學及其發生之研究。植保會刊 29：123—133。
4. 盧淑華，朱德民，呂宗佳　1986・光合產量「供源—轉運—積儲」與玉米產量的關係。科學農業 34：10—16。
5. Agrawal, K. C., B. L. Renfro, and S. P. Raychaudhuri. 1969. Inheritance of resistance in maize to maize mosaic virus in India. Phytopathology 59 : 1015. (abstract).
6. Antignus, Y. 1937. Comparative study of two maize dwarf mosaic virus strains infecting corn and johnsongrass in Israel. Plant Disease 71 : 687-691.
7. Anzola, D., C. P. Romaine, L. V. Gregory, and J. E. Ayers. 1982. Disease response of sweet corn resistant to maize dwarf mosaic virus. Phytopathology 72 : 601-604.
8. Arny, D. C., C. R. Grau, and P. E. Suleman. 1980. Occurrence of maize dwarf mosaic in Wiscosin and reaction of sweet corn plant introduction accessions and commercial hybrids. Plant Disease 64 : 85-87.

9. Carr, A. J. H. 1984. Infection by viruses and subsequent host damage. Pages 199-209 *in* Wood, R. K. S. & G. J. Jellis eds. Plant Diseases: infection, damage and loss. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 327pp.

10. Cole, H., D. R. Mackenzie, and C. D. Ercegovich. 1968. Maize dwarf mosaic-interactions between virus-host-soil pesticides for certain inoculated hybrids in Pennsylvania field plantings, Series 1. main effects of virus and chemicals on yield. Plant Dis. Reptr . 52 : 545-549.

11. Cole, H., D. R. Mackenzie, J. S. Boyle, and C. D. Ercegovich. 1969. Maize dwarf mosaic-effects of virus strains A and B on yield and interaction effects of atrazine and the virus on yield. Plant Dis. Reptr. 53 : 340-344.

12. Deng, T. C., and C. H. Huang. 1986. Purification and antiserum preparation of maize dwarf mosaic virus. J. Agric. Res. China 35 : 350-359.

13. Dollinger, E. J., W. R. Findley, and L. E. Williams. 1970. Resistance of inheritance to maize dwarf mosaic virus in maize (*Zea mays* L.). Crop. Sci. 10 : 412-415.

14. Findley, W. R., R. Louie, J. K. Knoke, and E. J. Dollinger. 1977. Breeding corn for resistance to virus in Ohio. Pages 123-128 *in* L. E. Williams, D. T. Cordon and L. R. Nault. eds. Proc. Int. Maize Virus Dis. Colloq. and Workshop, 16-19 Aug., 1976. Ohio Agric. Res. Dev. Cent., Wooster. 145pp.

15. Johnson, G. R. 1971. Analysis of genetic resistance to maize dwarf mosaic disease. Crop. Sci. 11 : 23-24.

16. Jones, R. K., and S. A. Tolin. 1972. Concentration of maize dwaf mosaic virus in susceptible and resistant corn hybrids. Phytopathology 62 : 640-644.

17. Josephson, L. M., J. W. Hilty, J. M. Arnold, H. C. Kincer, and J. R. Overton. 1969. Grain yield of corn reduced by maize dwarf mosaic virus infection. Plant Dis. Reptr. 53 : 61-63.

18. Kuhn, C. W., and T. H. Smith. 1977. Effectiveness of a disease index system in evaluating corn for resistance to maize dwarf mosaic virus. Phytopathology 67 : 288-291.

19. Lei, J. D., and G. N. Agrios. 1986. Mechanisms of resistance in corn to maize dwarf mosaic virus. Phytopathology 76 : 1034-1040.

20. Loesch, P. J., and M. S. Zuber. 1967. An inheritance study of resistance to maize dwarf mosaic virus in corn (*Zea Mays* L.) . Agron. J. 59 : 423-426.

21. Lommel, S. A., A. H. McCain, and T. J. Morris. 1982. Evaluation of indirect enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Phytopathology 72 : 1018-1022.

22. Louie, R., L. L. Darrah. 1980. Disease resistance and yield loss to sugarcane mosaic virus in east African-adapted maize. Crop Sci. 20 : 638-640.

23. Louie, R. 1986. Effects of genotype and inoculation protocols on resistance evaluation of maize to maize dwarf mosaic virus strains. Phytopathology 76 : 769-773.

24. Martin, T. J., and H. L. Hackerott. 1982. Greenhouse seedling technique to determine the reaction of sorghum to maize dwarf mosaic virus strain A. Crop Sci. 22 : 1255-1256.

25. Mikel, M. A., C. J. D'Arcy, A. M. Rhodes, and R. E. Ford. 1981. Yield response of sweet corn to maize dwarf mosaic virus. Plant Disease 65 : 900-901.

26. Mikel, M. A., C. J. D'Arcy, A. M. Rhodes, and R. E. Ford. 1981. Yield loss in sweet corn correlated with time of inoculation of maize dwarf mosaic virus. Plant Disease, 65 : 902-904.

27. Mikel, M. A., C. J. D'Arcy, A. M. Rhodes, and R. E. Ford. 1984. Genetics of resistance of two dent corn inbreds to maize dwarf mosaic virus and transfer of resistance into sweet corn. Phytopathology 74 : 467-473.

28. Persley, D. M., I. F. Martin, and R. S. Greber. 1981. The resistance of maize inbred lines to sugar-

cane mosaic virus in Australaia. Aust. J. Agric. Res. 32 : 741-748.

29. Rosenkranz, E., and G. E. Scott. 1978. Effect of plant age at time of inoculation with maize dwarf mosaic virus on disease development and yield on corn. Phytopathology 68 : 1688-1692.

30. Scheifele, G. L. 1969. Effects of early and late inoculation of maize dwarf mosaic virus strain A and B on shelled grain yields of susceptible and resistant maize segregates of a three-way hybrid. Plant Dis. Reptr. 53 : 345-347.

31. Scheifele G. L., and C. C. Wernham. 1969. Further evidence supporting the hypothesis that two genetic systems control disease reaction to maize dwarf mosaic virus strains A and B. Plant Dis. Reptr. 53 : 150-151.

32. Scott, G. E., and L. R. Nelson, 1972. Effectiveness of resistance in maize to maize dwarf mosaic, Agron. J. 64 : 319-320.

33. Scott, G. E., and E. Rosenkranz. 1981. Effect of field distribution of maize dwarf mosaic-diseased corn plants on yield. Plant Disease 65 : 802-803.

34. Scott, G. E., and E. Rosenkranz. 1982. A new method to determine the number of genes for resistance to maize dwarf mosaic in maize. Crop Sci. 22 : 756-761.

35. Straub, R. W. and C. W. Boothroyd. 1980. Relationship of corn leaf aphid and maize dwarf mosaic disease to sweet corn yields in southeastern New York. J. Econ. Entomol. 73 : 92-95.

36. Thompson, D. L., and T. T. Hebert. 1970. Development of maize dwarf mosaic symptoms in eight phytotron environments. Phytopathology 60 : 1761-1764.

37. Tu, J, C., and R. E. Ford. 1970. Maize dwarf mosaic virus infection in susceptible and resistant corn: virus multiplication, free amino acid concentrations, and symptom severity. Phytopathology 60 : 1605-1688.

38. Uyemoto, J. K., L. E. Claflin, D. L. Wilson, and R. J. Raney. 1981. Maize chlorotic mottle and maize dwarf mosaic viruses : Effect of single and double inoculations on symptomatology and yield. Plant Disease 65 : 39-41.

39. Voller, A., D. E. Bidwell, and A. Bartlett. 1976. Enzyme immunoassays in diagnostic medicine: Theory and practice. Bull. World Health Organ. 53 : 55-65.

40. Wallace, D. H., J. L. Ozbun, and H. M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. Advan. Agron. 24 : 97-142.

# Disease Responses of Corns Inoculated With B Strain of Maize Dwarf Mosaic Virus[1]

Ting-Chin Deng and I-Lang Yang[2]

## Summary

One super sweet corn (Honey 236) , three released feed corn (Tain. 16, Tainung 351, and Tainung 1), one breeding line of feed corn hybrid (TA85W-2), a ' one inbred line (TA80—1410) were comparatively tested in this study. All entries we. ' equally rated 'susceptible' to B strain of maize dwarf mosaic virus (MDMV-B) as tested by greenhouse seedling technique, however, on the basis of infection percentages and incubation periods, Honey 236 was the most susceptible, but Tainung 1 and TA80—1410 were the most resistant. The results of a split-plot designed field experiment indicated that all inoculated plants not only significantly delayed in days to tasseling and silking, but also reduced in plant height, stalk diameter, ear number, green ear weight, and dry grain yield ; but shelling rate was not significantly different from noninoculated plants. The inoculated plants of Honey 236 reduced 32% in green ear and TA80—1410 yielded 40% less dry grain than noninoculated plants, both of them were considered as severely influenced by the virus, however, the dry grain yields from inoculated plants of Tainung 1 was only 1% less than noninoculated plants, therefore, the latter one should be considered as a 'tolerant' cultivar. Under the same conditions, dry grain yield loss from other varieties were estimated as follows: 24% (TA85W-2), 27% (Tainan 16), and 29% (Tainung 351). In additions, the syptom severity of six corn entries as observed in the field, were positively correlated to virus contents of plant tissues from ELISA results, and yield losses.

1. Contribution No. 1408 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Plant Pathologist and Associate Plant Pathologist, respectively, Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng 41301, Taichung, Taiwan, Republic of China.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(2)：207～210（1988）

# 葉稻熱病引起水稻產量損失估計 [1]

蔡　　武　　雄 [2]

**摘要**　民國七十二年第一期作水稻品種臺農67號在葉稻熱病病斑面積率 5 、11、25、55及80%下，在嘉義分所之產量損失率分別爲 0.47、4.26、21.40、54.19及81.91 %，在白河之產量損失率各爲 1.35、4.38、23.18、54.01及82.50 %。臺南 5 號在不同病斑面積率下其產量損失率在嘉義分所爲0.46、4.22、19.68、50.53及80.93%，在白河各爲0.81、4.07、20.16 53.71及81.60%。民國七十六年第一期作在嘉義分所臺農67號在不同病斑面積率下其產量損失率各爲0.32、3.42、19.08、46.98及79.40%，品種臺農70號分別爲0.44、4.35、22.65、44.53及81.68%。民國七十二年第一期作產量損失率與病斑面積率之關係水稻品種臺農67號及臺南 5 號分別爲 $\hat{Y}=-5.89+1.09X$ 及 $\hat{Y}=-6.65+1.08X$ 。民國七十六年第一期作臺農67號及臺農70號各爲 $\hat{Y}=-3.82+1.00X$ 及 $\hat{Y}=-3.43+1.00X$ 。

水稻稻熱病（*Pyricularia oryzae*）係本省水稻主要病害之一，影響產量甚鉅。本病之主要防治方法係栽培抗病品種及藥劑防治。然而栽培抗病品種幾年以後，往往由於病原菌生理小種的變化，以至於感染所栽培的抗病品種 (2) 。所以利用藥劑防治是一種快速而有效的方法，但若未能把握適當之時機而盲目施藥，則非僅浪費人工及藥劑費，且易造成環境汚染，故適時防治非常重要。再者，適時防治應該優先考慮的是經濟原則，亦即施藥不僅要考慮對病勢進展的抑制，更重要的是農民是否有利可圖，否則無經濟價值。所以在病害防治上首先應明瞭不同發病程度引起之產量損失，然後決定在何種發病程度應當施藥。本報告利用在田間自然發病之狀況下探討葉稻熱病引起之產量損失，以提供農民施藥的準則。本試驗從民國72年即開始進行，但因田間自然發病不易控制，從民國72年到76年等五年當中，僅民國72年及76年才得到所期望的結果，故現僅將兩年之結果加以整理，以做爲防治稻熱病的參考。

## 材料與方法

民國七十二年第一期作在臺南縣白河鎭及嘉義分所設置試驗田。供試水稻品種臺農67號及臺南 5 號。每品種各20公畝，行株距20×25公分。其中10公畝按一般栽培管理，但不施藥防治稻熱病。另外10公畝水稻在插秧後 30 天尙未發生葉稻熱病以前即以35%護粒丹可濕性粉劑（Hinodan wp.）噴藥一次，七天以後再噴藥一次。在無施藥田在水稻插秧後45天發生葉稻熱病，於發病最高峰期時分別三次，每次隨機選取合乎所期望的病斑面積率 5 、11、25、55及80% (1) 之稻叢各 50 叢並掛上標示牌，同時亦分三次在施藥區選取無發病之稻叢每次50叢。所有水稻在抽穗前七天及齊穗期再施藥一次，以防止穗稻熱病之發生。水稻收穫期，選取在高峰期所標示合乎不同等級之病斑面積率且未發生穗稻熱病之稻叢各30叢，因爲有的稻叢受到穗稻熱病感染時就不取樣。取樣後之稻叢分別割取稻穗置於紙袋

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1409 號。本研究部分承國科會（NSC 76-0409-B055b-04）補助經費，特此誌謝。

2.臺灣省農業試驗所嘉義分所副研究員。臺灣省　嘉義市。

中，經晒乾後以種子分級機（日製，天山機械製造公司產品）風選以後，秤其不同病斑面積率之單叢穀重，然後換成公頃產量，再經變方分析，比較其差異顯著性。

民國76年第一期作在嘉義分所設置試驗田，供試水稻台種臺農67號及臺農70號。田間設計及管理方法與民國72年第一期作相同，僅防治藥劑改爲 75%三賽唑可濕性粉劑 (Beam wp.) 。本期作兩品種皆在插秧後52天發生葉稻熱病。

## 結 果

不同葉稻熱病病斑面積率引起之產量損失，民國72年第一期作臺農67號在嘉義分所之病斑面積率在 5、11、25、55及80%時其產量損失率分別爲 0.47、4.26、21.40、54.19及81.91%。在白河試驗田之損失率各爲 1.35、4.38、23.18、54.01及 82.50%。另一品種臺南 5 號在嘉義分所之病斑面積率 5、11、25、55及80%時其產量損失率各爲 0.46、4.22、19.68、50.53及80.93 %，在白河試驗田之損失率各爲 0.81、4.07、20.16、53.71及81.60 %。民國七十六年第一期作在嘉義分所所得到的結果顯示臺農67號在 5、11、25、55及80%之病斑面積率下其產量損失率各爲0.32、3.42、19.08、46.98及79.40%，臺農70號之產量損失率各爲0.44、4.35、22.65、44.53及81.68%（表 1）。無論臺農67號、臺南 5 號或臺農70號在葉稻熱病病斑面積率 5 及11%之產量與對照不發病之產量在 5 %顯著水準時差異不顯著，但與25、55及80%之產量差異顯著。

**表1.** 不同水稻品種在葉稻熱病不同病斑面積率之產量及損失率

**Table 1.** Yield and yield loss of various rice varieties under different diseased leaf area of rice blast disase.

| 病斑面積率 (%) | 七十二年第一期作 | | | | 七十六年第一期作 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 臺農 67 號 | | 臺南 5 號 | | 臺農 67 號 | 臺農 70 號 |
| | 嘉義 | 白河 | 嘉義 | 白河 | 嘉義 | 嘉義 |
| 5 | 7,152[1] a (0.47)[2] | 6,572 a ( 1.35) | 6,556 a ( 0.46) | 6,090 a ( 0.81) | 6,824 a ( 0.32) | 6,770 a ( 0.44) |
| 11 | 6,880 a[3] (4.26) | 6,370 a ( 4.38) | 6,308 a ( 4.22) | 5,890 a ( 4.07) | 6,612 a ( 3.42) | 6,504 a ( 4.35) |
| 25 | 5,648 b (21.40) | 5,118 b (23.18) | 5,290 b (19.68) | 4,902 b (20.16) | 5,540 b (19.08) | 5,260 b (22.65) |
| 55 | 3,292 c (54.19) | 3,064 c (54.01) | 3,258 c (50.53) | 2,842 c (53.71) | 3,630 c (46.98) | 3,772 c (44.53) |
| 80 | 1,300 d (81.91) | 1,166 d (82.50) | 1,256 d (80.93) | 1,130 d (81.60) | 1,410 d (79.40) | 1,246 d (81.68) |
| 對照 (不發病) | 7,186 a (0) | 6,662 a (0) | 6,586 a (0) | 6,140 a (0) | 6,846 a (0) | 6,800 a (0) |

1 產量（公斤／公頃）爲三次之平均值，每次水稻30叢。

2 括弧內之數字爲產量損失率。產量損失率＝對照產量－不同病斑面積率產量／對照產量×100%。

3 表中英文字母相同者表示依 Duncan's 多變域測定在 5 %顯著水準時差異不顯著。

民國七十二年第一期作臺農67號及臺南 5 號在白河及嘉義之葉稻熱病病斑面積率與產量損失率做迴歸分析時得到 $\hat{Y}=-5.89+1.09X$ ($R^2=0.99$) 及 $\hat{Y}=-6.65+1.08X$ ($R^2=0.99$) 。民國七十六年第一期作臺農67號及臺農 70 號在嘉義葉稻熱病病斑面積率與產量損失率之迴歸分析時得到 $\hat{Y}=-3.82+1.00X$ ($R^2=0.98$) 及 $\hat{Y}=-3.43+1.00X$ ($R^2=0.97$) （圖1）。式中 $\hat{Y}$ 爲產量損失率，X爲病斑面積率。故由迴歸關係，可利用病斑面積率估算產量損失率。

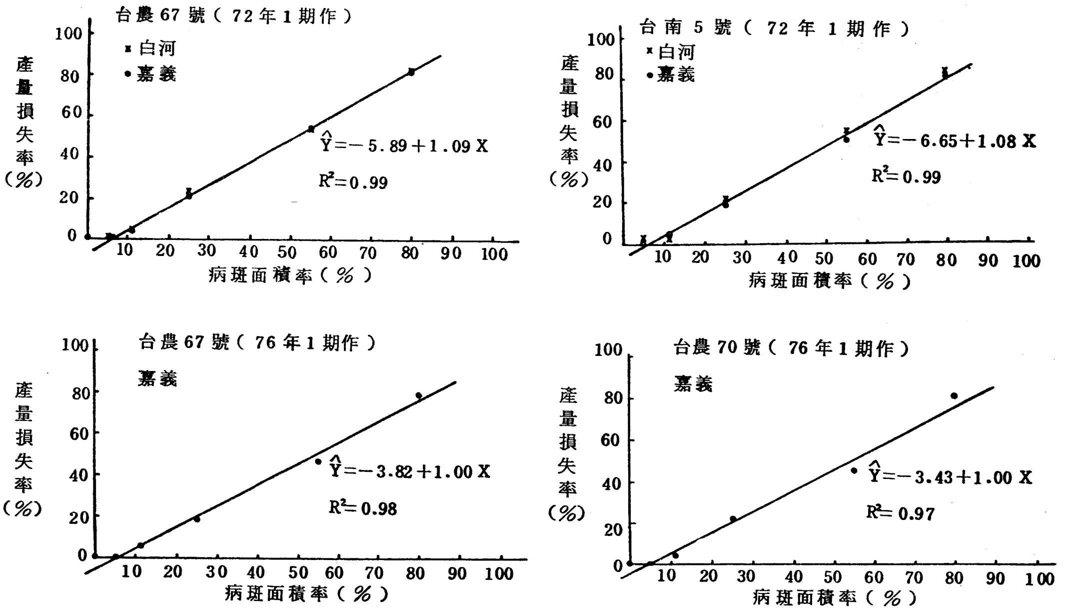



**圖1.** 稻熱病病斑面積率與產量損失率之關係

**Fig 1.** Correlation between percentage of diseased leaf area and percentage of yield loss of rice blast disease.

## 討　論

近年來本省在發展稻熱病發生預測[3]，預測的目的不僅在病害發生前告訴農民會不會發病，更重要的是告訴農民要不要施藥防治，然而要不要施藥防治當然要考慮到經濟原則，至少也應在發病程度會影響產量損失時才施藥。例如在本試驗結果顯示臺南5號、臺農67號及臺農70號之病斑面積率在11%時，其產量損失均在5%以下，與對照區之產量差異不顯著，而在病斑面積率25%以上時產量與對照區產量差異顯著。所以要防治葉稻熱病時應當在病斑面積率在11%以上時才施藥，若在11%以下則不必施藥。

由於田間自然狀況下稻熱病的發生不易控制，所以在本試驗分爲施藥區與不施藥區，在施藥區可以得到不發生葉及穗稻熱病之稻叢，在葉稻熱病不施藥區可以得到不同程度之葉稻熱病稻叢。同時本試驗也不能像其他試驗一樣，分成不同發病程度之試驗小區，因爲無論如何控制發病，每小區之稻叢其發病程度不可能完全相同，所以本試驗之取樣係在大面積下隨機取樣所期望之稻叢。因爲並非每年葉稻熱病均發病到所期望之病斑面積率，所以本試驗進行五年中只有兩年得到結果。

一般葉稻熱病發病輕微時稻株不會矮化，受害後也容易恢復，故不至於影響產量，但在發病嚴重時稻株矮化而且不易恢復，所以成熟期之穗數減少而影響產量[4]。在作物病害產量損失估計可(1)在作物某一生長期或某一特定時間在某一發病程度之損失(2)在作物生長期間連續幾次之發病程度來估計產量損失[5,6]。一般在田間水稻生育前期可發生葉稻熱病，後期可發生穗稻熱病，所以可利用上述兩種方法來估算產量損失，然而本報告先利用第一種方法在水稻生育前期使其發生葉稻熱病，而在後期利用藥劑控制穗稻熱病的發生以比較葉稻熱病所引起之產量損失，將來再進一步估算葉及穗稻熱病同時發生時之產量損失。

## 參考文獻

1. 臺灣省政府農林廳。1963。水稻葉稻熱病罹病程度調查基準及基準圖。臺灣省政府農林廳編印。21頁。

2. 陳隆澤。1983。水稻品種（系）對稻熱病抵抗性反應之研究。中華農業研究32：001—003。
3. 蔡武雄。1986。水稻葉稻熱病預測（Ⅲ）氣象變數與病斑面積率之關係。植保會刊28：111—117。
4. Goto, K. 1965. Estimating Losses from Rice Blast in Japan *In* The Rice Blast Disease: Proc. Symp. at IRRI, July, 1963 : 195-202. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Press.
5. James, W. C. 1974. Assessment of Plant Diseases and Losses. Ann. Rev. Phytopathol. 12 : 27-48.
6. Zodoks, J. C., and R. D. Schein. 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. New York, Oxford Univ. Press. 427pp.

# Estimation of rice yield losses caused by leaf blast disease [1]

W. H. Tsai [2]

## Summary

During the first crop of 1983, yield losses of rice cultivar Tainung 67 caused by leaf blast disease (*Pyricularia oryzae*) under various diseased leaf area 5, 11, 25, 55 and 80% were 0.47, 4.26, 21.40, 54.19 and 81.91% at Chia-yi station and 1.35, 4.38, 23.18, 54.01 and 82.50% at Pai-ho, respectively. While cultivar Tainan 5 got 0.46, 4.22, 19.68, 50.53 and 80.93% of yield losses at Chia-yi station, as well as 0.81, 4.07, 20.16, 53.71 and 81.60% of yield losses at Pai-ho, individually.

The results in the first crop of 1987 showed that rice cultivar Tainung 67 caused 0.32, 3.42, 19.08, 46.98 and 79.40% of yield losses and Tainung 70 caused 0.44, 4.35, 22.65, 44.53 and 81.68% of yield losses at Chia-yi station under different diseased leaf area.

The correlation between percentage of yield loss and diseased leaf area both on Tainung 67 and Tainan 5 was $\hat{Y}=-5.89+1.09X$ and $\hat{Y}=-6.65+1.08X$, respectively, during the first crop of 1983. On the other hand, the correlation was $\hat{Y}=-3.82+1.00X$ and $\hat{Y}=-3.43+1.00X$ both on Tainung 67 and Tainung 70 derived from the first crop of 1987.

---

1. Contribution No. 1409 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was partly supported by NSC-76-0409-B055b-04.
2. Plant Pathologist, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI, Chia-yi, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）37(2)：211～219（1988）

# 可可椰子紅胸葉蟲之生物防治[1]

邱瑞珍[2]　陳仁昭[3]　周樑鎰[2]　周根清[2]　沈昌明[4]

**摘要**　臺灣省農業試驗所於民國72年自關島引進紅胸葉蟲釉小蜂（*Tetrastichus brontispae*）供可可椰子紅胸葉蟲（*Brontispa longissima*）之防治。自民國73年1月起至75年6月止先後分別在高雄縣澄清湖、大樹、湖內，屏東縣林邊、里港，臺東縣知本、建和、東河、成功，花蓮縣豐濱、吉安、鳳林，雲林縣斗南，嘉義縣大埔以及臺北市植物園等處遭受紅胸葉蟲爲害之椰樹上釋放釉小蜂共106次，共計143,082隻成蜂，各地區之釋放次數爲1至14次，寄生率可達90%以上。該蜂釋放後都能在各該地立足，且能自行分散至鄰近椰子產區，其中澄清湖、大樹、林邊以及知本等地均已獲得明顯之防治成效。釉小蜂可寄生於紅胸葉蟲之老熟幼蟲及蛹齡1－6天之蛹，而以1－4天之蛹較爲所好。該蜂在25°C, 70～80% RH 時完成一世代需19～21天，成蟲飼以純蜜壽命爲雌蟲2～20天，平均14.1天；雄蟲2～18天，平均爲11.6天；卵期爲3天，幼蟲期有三齡，約需6天。前蛹期1天，蛹期9～11天。每隻被寄生之寄主蛹可羽化出釉小蜂3～48隻，平均20隻。雌雄蜂性比平均爲3.5：1。

可可椰子紅胸葉蟲（*Brontispa longissima* Gestr.）隸鞘翅目，金花蟲科（Chrysomelidae），乃可可椰子之重要害蟲，該蟲於民國64年首次在屏東發現，現在已蔓延至臺中以南以及花蓮，臺東等椰子生產區[1-4]，臺北植物園椰樹也於民國75年1月發現該蟲爲害。其方法主爲食害可可椰子心葉，受害部位常變褐乾枯，終至全株枯死。因椰樹高大，施藥困難，且部分椰樹種在養殖魚塭周圍，椰樹施藥有毒及池魚之危險。農試所乃積極開發其生物天敵之利用研究以防治之。

該蟲已記錄之天敵有毛小蜂科之 *Haeckeliania brontispae, Trichogrammatoidea nana*，跳小蜂科之 *Ooencyrtus* sp. 以及釉小蜂科之紅胸葉蟲釉小蜂（*Tetrastichus brontispae* Fer.）。紅胸葉蟲釉小蜂在索羅門、美屬薩摩亞、法屬波里尼西亞、關島、馬來亞、爪哇、塞班、西里伯等島嶼均被利用於防治 *Brontispa* 屬之可可椰子葉蟲，且於部分地區獲得良好之防治效果[5-9]。農試所於72年自關島引進該蜂，並自73年1月起釋放於澄清湖及林邊之椰樹上，初期結果即顯示該寄生蜂在臺灣環境下可以生存，且對紅胸葉蟲之寄生情形良好，其寄生率平均爲9.3—79.5%[1-3]。農試所乃在室內大量繁殖該種寄生蜂，將之分批釋放於各地椰子產區，以抑制紅胸葉蟲對椰樹之加害，並評估其防治效果。

本文所報導之紅胸葉蟲族羣消長與釉小蜂寄生率之調查在澄清湖、大樹者於民國75年7月以前由屏東農專執行，75年7月以後由農試所執行；林邊者由屏東農專執行；臺東地區由農試所與臺東區農業改良場執行；花蓮地區由農試所與花蓮區農業改良場執行；其他地點由農試所執行。又澄清湖與林邊二地73年11月以前之試驗結果已由邱等報導[1]，但爲便於說明起見，亦合併於本文加以論述。

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告　第 1410 號。
2.本所應用動物系前研究員、助理研究員、助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3.國立屏東農專植物保護科副教授。臺灣省　屏東縣。
4.臺東區農業改良場約僱助理。臺灣省　臺東縣。

## 材料與方法

紅胸葉蟲釉小蜂之增殖飼育與生活史觀察： 紅胸葉蟲釉小蜂之飼育係由國立屏東農業專科學校負責在高雄、屏東地區自受害椰樹上採集紅胸葉蟲蛹體寄達本所，供室內釉小蜂產卵繁殖之用。接蜂時每1試管（1.7×17cm）放入紅胸葉蟲蛹體10隻，接入釉小蜂雌性成蜂10隻左右，並在管內壁沾些蜜水供寄生蜂取食。經過48小時後將蜂移出，被蜂產卵過之紅胸葉蟲蛹則留置管內，等待其體內之寄生蜂卵發育至成蜂羽化後，即可供釋放田間與室內繁殖後代之用。而釉小蜂生活史之觀察則接入釉小蜂雌性成蜂30—40隻，經過2小時後即將蜂移出，每日解剖一次被寄生之寄主蛹，觀察釉小蜂之發育情形。

紅胸葉蟲釉小蜂對不同寄主蛹齡之適應性： 每支試管（1.7×17cm）分別放入化蛹後第1、2、3、4、5、6、7天之紅胸葉蟲蛹體各10隻，接入釉小蜂雌性成蜂30隻左右，並在管內壁沾些蜜水供寄生蜂取食。經過2小時後將蜂移出，被蜂產卵過之紅胸葉蟲蛹則留置管內，等待其體內之寄生蜂卵發育至成蜂羽化後，計算其寄生率、性比率、寄主死亡率與羽化率以及自每隻寄主平均羽化出之蜂數等；以不接寄生蜂之蛹為對照，每處理5重覆。

紅胸葉蟲釉小蜂之田間釋放調查： 田間釋放釉小蜂時可使用小指形管裝蟲，每管裝入剛羽化之成蜂30至40隻，或釉小蜂將羽化之被寄生紅胸葉蟲蛹2—3個，用棉花塞住管口，送至釋放地點，將裝蟲小管放在椰樹心葉基部，然後除去棉塞，使寄生蜂自行爬出尋找紅胸葉蟲之蛹並產卵寄生。每月放蜂1至2次，並在釋放地點之椰樹每月1—2次取樣調查該地區紅胸葉蟲族羣之發生情形與當時其蛹期之被寄生率。調查時各試驗地分別取10株椰樹，調查受害較嚴重心葉之半邊，記錄幼蟲、蛹、成蟲數及被寄生蛹數。

## 結果與討論

紅胸葉蟲釉小蜂可寄生於紅胸葉蟲之老熟幼蟲及蛹齡1—6 天之蛹（即蛹翅變黑以前），但寄生於蛹期者，以1至4天之蛹較為適宜（表1）。該蜂在 25°C, 70～80%RH 時完成一代需 19—21天，成蟲飼以純蜜雌蟲壽命為2—20天，平均14.1天；雄蟲2—18天，平均為11.6天；卵期3天，幼蟲期有三齡，約需6天。前蛹期1天，蛹期9—11天。每一隻被寄生之寄主蛹可羽化出釉小蜂3—48隻，平均為20隻，雌雄蜂性比平均為3.5：1。而於12月至翌年1月之室溫（15—22°C）時完成一代則約需45天。

**表1.** 紅胸葉蟲釉小蜂對寄主不同蛹齡之適應性

**Table 1.** Suitable host-pupal age for *Tetrastichus brontispae*

| 寄主蛹齡（天）(Host-Pupal age) (Days) | 寄生率 (% parasitism) | 寄主死亡率 (% mortality of host) | 寄主羽化率 (% emerged of host) | 性比 (♀/♂) | 每寄主平均羽化蜂數 (No. parasitoids emerged/host) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 92 a | 8 a | 0 d | 3.6 a | 26.7 a |
| 2 | 94 a | 4 a | 2 d | 3.9 a | 23.3 a |
| 3 | 84 ab | 8 a | 8 d | 3.6 a | 21.1 ab |
| 4 | 88 a | 8 a | 4 d | 2.8 a | 21.0 ab |
| 5 | 76 b | 6 a | 18 c | 3.3 a | 16.4 b |
| 6 | 48 c | 10 a | 42 b | 3.4 a | 16.0 b |
| 7 | 0 d | 8 a | 92 a | — | 0 c |
| (CK) | 0 d | 6 a | 94 a | — | 0 c |

本試驗自民國73年1月起至75年6月止分別在高雄縣澄清湖、大樹、湖內，屏東縣林邊、里港，臺東縣知本、建和、東河、成功，花蓮縣豐濱、吉安、鳳林，雲林縣斗南，嘉義縣大埔及臺北市植物園等處（圖1）遭受紅胸葉蟲爲害之椰樹上釋放紅胸葉蟲釉小蜂計共106次，共計143,082隻成蜂，各地區之釋放次數爲1至14次（表2）。該蜂釋放後都能在各地立足，且能自行分散至鄰近椰子產區，其中澄清湖、大樹、林邊以及知本等地均已獲得明顯之防治成效。

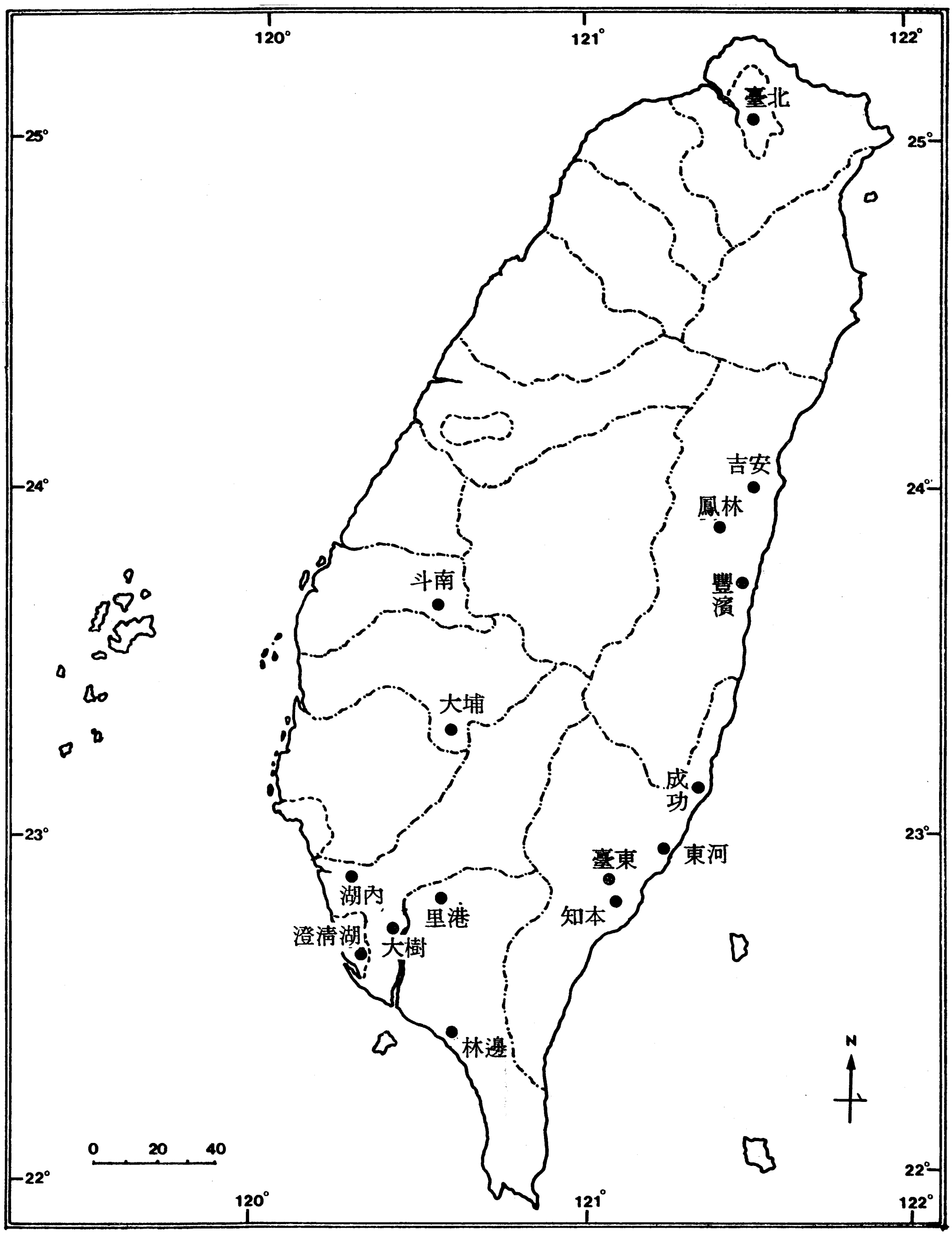



圖1. 紅胸葉蟲釉小蜂釋放於臺灣各地

Fig. 1. Map of *Tetrastichus brontispae* released in Taiwan.

表2. 紅胸葉蟲釉小蜂之田間釋放

**Table 2.** Field release of *Tetrastichus brontispae* in Taiwan

| 地點 (Sites) | | 第一次釋放 (Date of 1st release) | 釋放次數 (No. of releases) | 釋放蜂數 (No. of parasitoid released) | 最高寄生率 % (Highest % parasitism) |
|---|---|---|---|---|---|
| 高雄 (Kaohsiung) | 大樹 (Tashu) | 73.11. 7 | 9 | 12,081 | 84.8 |
| | 澄清湖 (Chenchinhu) | 73. 1.18 | 11 | 11,939 | 93.2 |
| | 湖內 (Hunei) | 74.11.29 | 3 | 5,064 | 15.4 |
| 屏東 (Pingtung) | 林邊 (Linbien) | 73. 2. 8 | 14 | 16,324 | 88.0 |
| | 里港 (Likang) | 74.11.16 | 2 | 1,951 | 76.0 |
| 臺東 (Taitung) | 知本 (Chihpen) | 73.12.19 | 14 | 19,480 | 100 |
| | 東河 (Tungho) | 74.12.11 | 6 | 10,413 | 41.7 |
| | 建和 (Chienho) | 74. 2.28 | 8 | 10,913 | 50.0 |
| | 成功 (Chengkung) | 74.10. 3 | 9 | 12,459 | 77.8 |
| 花蓮 (Hualien) | 豐濱 (Fengbin) | 73.12.18 | 7 | 12,003 | 75.0 |
| | 吉安 (Chian) | 73.12.17 | 7 | 2,949 | 90.0 |
| | 鳳林 (Fenglin) | 74. 6. 6 | 1 | 1,520 | — |
| 雲林 (Yunlin) | 斗南 (Tounan) | 74.11.25 | 8 | 13,584 | 25.0 |
| 嘉義 (Chiayi) | 大埔 (Tapu) | 74.11. 6 | 6 | 12,144 | 84.8 |
| 臺北 (Taipei) | 植物園 (Botanical garden) | 75. 1.17 | 1 | 258 | — |

民國72年 9 至10月間，澄清湖椰樹林每株樹上之紅胸葉蟲幼蟲數平均約在百隻以上，成蟲亦在40至80隻，但自73年 1 月開始放蜂後紅胸葉蟲族羣密度隨即下降，至73年 7 月後紅胸葉蟲成蟲、幼蟲及蛹之密度平均每株在20隻以下。而74年 3 月後更維持在平均每株10隻以下，75年 7 月後幼蟲族羣雖稍有增加現象（圖 2），但釋放釉小蜂對本省紅胸葉蟲之控制效果仍極爲顯見。73 年10月24日最後一次釋放釉小蜂後至76年 6 月之間，紅胸葉蟲蛹之被寄生率平均爲62.9±17.0%。但該試區已因闢建露營地而將大部分椰樹移走。

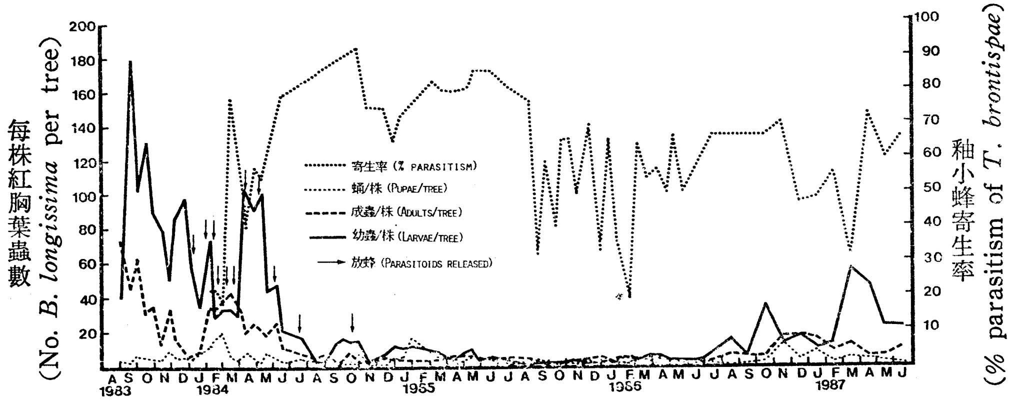



**圖2.** 釋放釉小蜂前後澄清湖椰子紅胸葉蟲族羣之變動

**Fig. 2.** Population fluctuation of coconut leaf beetle before and after *Tetrastichus brontispae* released at Chenchinhu (1983—1987)

林邊地區之椰樹大多數種植在魚塭周圍，彼此顯得十分分散；又因海邊風大，初期放蜂之數量亦較澄清湖區爲少，因此該地初期之放蜂效果在73年12月以前甚不明顯。但經增加放蜂次數及放蜂數量後，74年5月後調查時該地紅胸葉蟲之成蟲、幼蟲及蛹之平均每株密度已降至20隻以下（圖3）。74年5月8日最後一次釋放釉小蜂後至76年6月之間，紅胸葉蟲蛹之被寄生率平均爲54.6±17.6%。

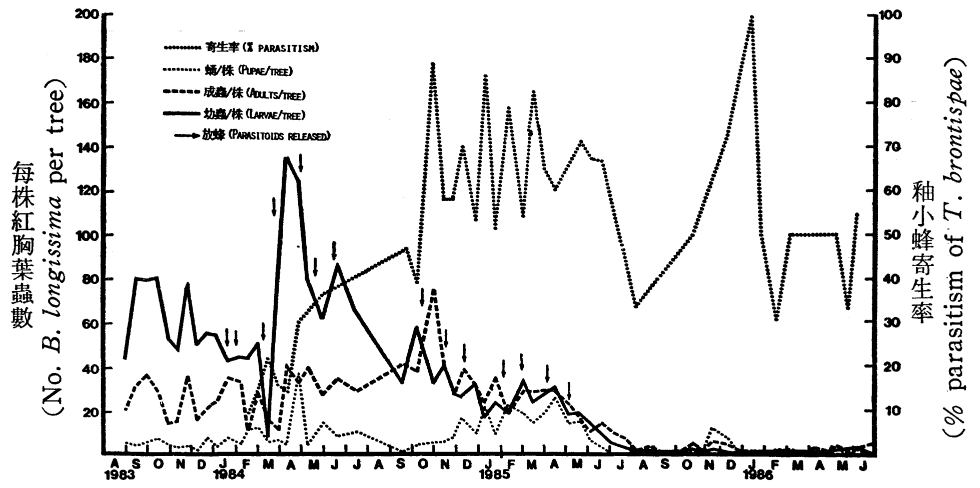



**圖3.** 釋放釉小蜂前後林邊椰子紅胸葉蟲族羣之變動

**Fig. 3.** Population fluctuation of coconut leaf beetle before and after *Tetrastichus brontispae* released at Linbien (1983—1986)

73年11月爲擴大放蜂地區，決定在距離澄清湖約8公里之大樹鄉公路兩旁椰樹上放蜂。不料於放蜂前調查樹上之紅胸葉蟲密度時，竟發現約有40%之紅胸葉蟲蛹已被釉小蜂寄生。於是繼續釋放寄生蜂成蜂8次，約12,000隻，於74年8月後該地區紅胸葉蟲成蟲、幼蟲及蛹之平均密度亦降至10隻以下，僅75年7至10月幼蟲族羣有增高現象（圖4）。74年10月8日最後一次釋放釉小蜂後至76年6月之間，紅胸葉蟲蛹之被寄生率平均爲53.4±16.7%。

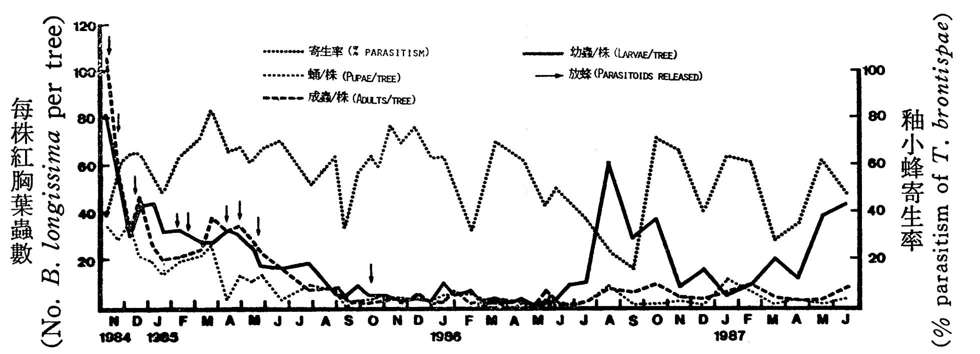



**圖4.** 釋放釉小蜂前後大樹椰子紅胸葉蟲族羣之變動

**Fig. 4.** Population fluctuation of coconut leaf beetle after *Tetrastichus brontispae* released at Tashu (1984—1987)

73年12月至74年6月在花蓮縣豐濱與吉安（花蓮農改場）兩地各釋放釉小蜂7次，其寄生率最高達75%以上，後因人力不足未能在該地區繼續放蜂，但於76年12月前往調查時發現椰樹均生長良好。

73年12月至75年6月先後在臺東縣知本、成功、東河及臺東市（建和）等地釋放釉小蜂，該蜂在各地寄生率最高可達 42—100 %，其中尤以知本一地之效果最爲顯著。約於開始放蜂1年後，紅胸葉蟲之成蟲、幼蟲及蛹之平均密度均在30隻以下（圖5），74年11月14日最後一次釋放釉小蜂後至76年6月之間，紅胸葉蟲蛹之被寄生率平均爲61.6±16.6%，被害椰樹之生機已顯著恢復，葉片翠綠。而成功試區（圖6）75年6月5日最後一次釋放釉小蜂後至76年6月之間，紅胸葉蟲蛹之被寄生率平均爲45.7±17.4%。

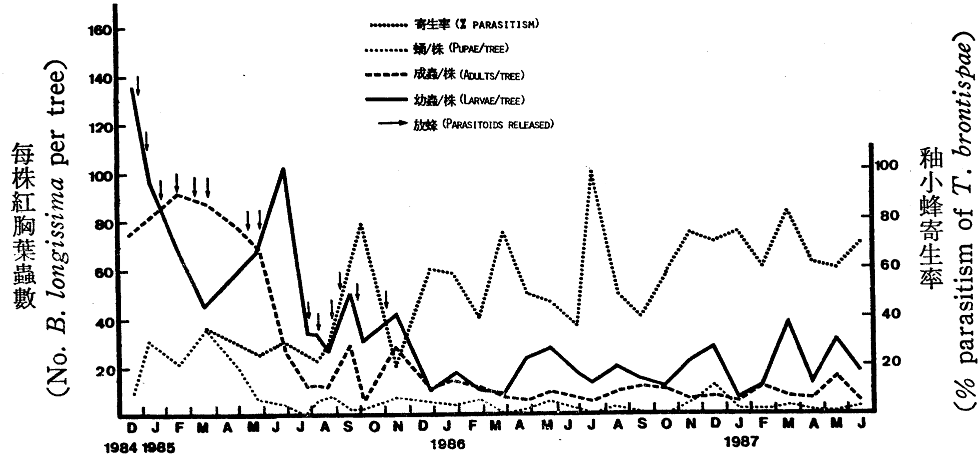



圖5. 釋放釉小蜂前後知本椰子紅胸葉蟲族羣之變動

**Fig. 5.** Population fluctuation of coconut leaf beetle after *Tetrastichus brontispae* released at Chihpen (1984—1987)

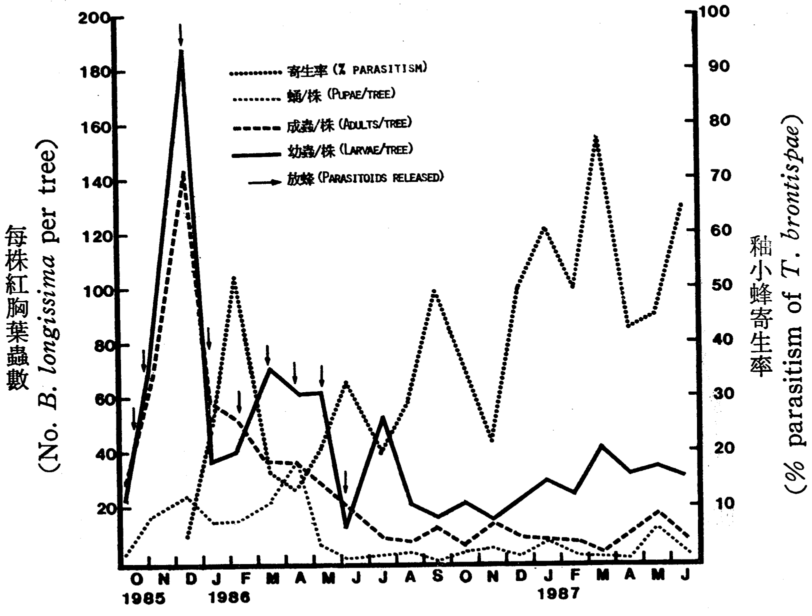



圖6. 釋放釉小蜂前後成功椰子紅胸葉蟲族羣之變動

**Fig. 6.** Population fluctuation of coconut leaf beetle after *Tetrastichus brontispae* released at Chengkung (1985—1987)

74年11月農試所擬將釋放釉小蜂地區再次擴大至嘉義大埔，但進行放蜂前調查時亦發現該處約有7％之紅胸葉蟲蛹已被釉小蜂寄生。後經釋放釉小蜂6次（圖7），約12,144隻成蜂，其寄生率可提高至85％。75年5月19日最後一次釋放釉小蜂後至76年6月之間，紅胸葉蟲蛹之被寄生率平均爲59.9±16.9％。

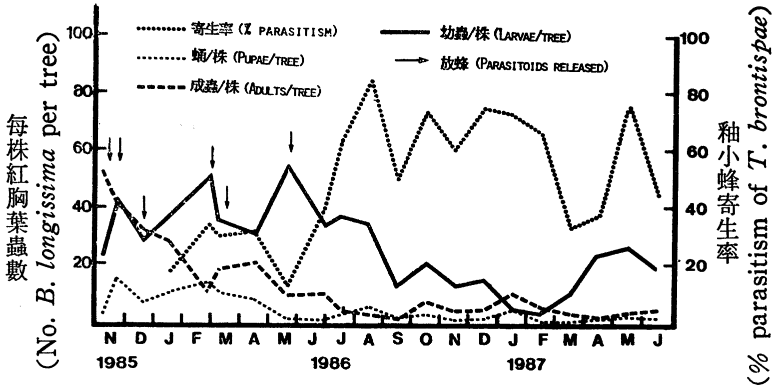



圖7. 釋放釉小蜂前後大埔椰子紅胸葉蟲族羣之變動

**Fig. 7.** Population fluctuation of coconut leaf beetle after *Tetrastichus brontispae* released at Tapu (1985—1987)

雲林斗南約有4,000株之公共造產椰樹，遭受紅胸葉蟲嚴重爲害，但於74年11月前往調查時該處紅胸葉蟲成蟲、幼蟲及蛹之密度每樹平均分別約32.6、19.8及11.6隻，並不算高，可能因爲放蜂前有施用農藥之故，後在該地區釋放釉小蜂8次，約共13,584隻成蜂，紅胸葉蟲之族羣雖有降低，但多數椰樹未見恢復生機，調查時僅有1次發現約25％之紅胸葉蟲蛹被釉小蜂寄生。

此外，本試驗亦在臺北植物園，高雄湖內，屏東里港以及花蓮鳳林等地進行零星之釉小蜂釋放，其中湖內與里港兩地釋放之小蜂均獲得立足。

## 結　　論

依一般情況判斷，釋放紅胸葉蟲釉小蜂防治紅胸葉蟲，可於放蜂後1年至1年半獲得良好之防治效果，但因紅胸葉蟲之幼蟲期與成蟲期均可食害椰樹新葉，且其幼蟲期於屏東6一7月平均氣溫29.8°C時，平均需37.8天，成蟲壽命3個月以上[3]，故當植株受害嚴重，或植株較小，則較難恢復生機。所以部分受害嚴重椰樹須配合農藥或微生物劑之使用以確保較佳之防治效果，不宜全賴寄生蜂。例如大樹試區於停止釋放寄生蜂2年4個月後，其間寄生率平均53.4±16.7％，但已有2株椰樹枯死。

紅胸葉蟲釉小蜂僅寄生於老熟幼蟲與蛹，而幼蟲期平均長達37.8天，但缺乏天敵，因此需再引進卵期寄生蜂，以增加防治效果。

乾燥地區常因椰樹之生長較差，釋放釉小蜂防治紅胸葉蟲常因受害椰樹恢復生機極爲緩慢，而影響防治效果。

此外，可可椰子除遭受紅胸葉蟲之嚴重爲害外，也受犀角金龜（*Oryctes rhinoceros* L.）與椰子綴蛾（*Tirathaba mundella* Walk.）等之嚴重爲害，因此欲確保本省可可椰子紅胸葉蟲之生物防治成果對爲害椰樹之椰子綴蛾與犀角金龜等之防治亦應注意及之。

## 誌 謝

本計畫承行政院農業委員會資助部分經費(74農建—4.1—產植—30(8);75農建—7.1—糧—14(5)及76農建—8.1—糧—64(1));行政院退除役官兵輔導委員會嘉義農場;雲林縣斗南鎮公所;高雄縣湖內鄉陳權鏘先生;屏東縣里港鄉邱有勇先生;花蓮縣洪大俠先生;臺東縣鄭勝芳、劉英吉、吳乎及邱瑞堂先生提供椰樹供放蜂試驗。屏東農專吳連生先生,花蓮區農業改良場蘇先平、高安全及劉德宗先生,臺東區農業改良場謝進來先生,農試所陳昭豐、吳德忠及黃啓鐘先生協助部份寄生蜂之釋放或調查,魏月眞小姐協助寄生蜂之飼育。謹此一併致謝。

## 參考文獻

1.邱瑞珍、賴博永、陳炳輝、陳仁昭、蕭榮福。1985。可可椰子紅胸葉蟲寄生蜂(*Tetrastichus brontispae*)之引進繁殖與釋放試驗。中華農業研究,34(2):213—222。

2.陳仁昭。1976。臺灣可可椰子新害蟲。科學農業,24(11—12):481—485

3.陳仁昭、謝德科。1978。椰子扁金花蟲(紅胸葉蟲)生態之研究。屏東農專植保會報,2:6—15。

4.吳國家、陶家駒。1976。可可椰子淡圓介殼蟲天敵調查及紅胸葉蟲防治試驗。中華農業研究,25(2):141—155。

5.Cochereau, P. 1973. Biological control of *Brcntispa longissima* Gestro in American Samoa. (French Oversea Tech. and Scien. Res. Organ.) 12pp+Ref. 3pp.

6.Lange, W. H., Jr. 1950. The biology of the Mariana coconut beetle, *Brontispa mariana* Spaeth, on Saipan, and the introduction of parasites from Malaya and Java for its control. Proc. Hawaiian Ent. Soc. 15(1): 143-162.

7.Milland, R. 1964. Agricultural research in French Polynesia. South Pacif. Comm. Tech. Inform. Paper (5): 1-27.

8.Muniappan, R., J. G. Duenas, and T. Blas. 1980. Biological control of the Palau coconut beetle, *Brontispa palauensis* (Esaki and Chujo), on Guam. Micronesia 16: 359-360.

9.Stapley, J. H. 1971. The introduction and establishment of the *Brontispa* parasite in the Solomon islands. South Pacif. Comm. Inform. Cir. 30: 2-6.

# Biological Control of Coconut Leaf Beetle in Taiwan[1]

Shui-chen Chiu[2], Zen-chau Chen[3], Liang-yih Chou[2],

Ken-ching Chou[2] and Chang-ming Chen[4]

## Summary

The coconut leaf beetle, *Brontispa longissima* Gestro (Chrysomelidae, Coleoptera), is a serious pest of the coconut palm in Taiwan. The larval and pupal parasitoid, *Tetrastichus brontispae* (Ferr.) (Eulophidae, Hymenoptera), was introduced into Taiwan from Guam in November, 1983. A total of 106 releases of about 143,082 adults were released to Kaohsiung, Pingtung, Taitung, Hualien, Taitung, Chiayi, Yunlin and Taipei from January, 1984 through June, 1986. It is evidently that the introduced parasitoid has already established in Taiwan and hence to perform as a good biological control agent of the coconut leaf beetle.

*T. brontispae* can parasitize the mature larvae and pupae of *B. longissima*, however apparently preferred to oviposite in 1 to 4 days old pupae. Under the room temperature of 21°C and 70—80% RH, the parasitoid required 19 to 21 days to complete its life cycle from egg to adult. The duration of egg, larval, prepupal and pupal stages were approximately 3, 6, 1, and 9 to 11 days, respectively. The longevity of adult male and female averaged 11.6 and 14.1 days, respectively. Generally, an average of 20 parasitoids were emerged from one host pupa, the sex ratio was 3.5 (female) : 1 (male).

---

1. Contribution No. 1410 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Formerly Senior Entomologist, Assistant Entomologist and Assistant Entomologist, respectively, of Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R. O. C.
3. Associated Professor, National Pingtung Agricultural Institute, Pingtung, Taiwan, R. O. C.
4. Project assistant of Taitung District Agricultural Improvement Station, Taitung, Taiwan, R. O. C.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 37(2)：220～224 (1988)

# 瓜實蠅田間防治之初步研究[1]

溫 宏 治[2]

**摘要** 將不同誘餌材質醮吸引誘劑 Cuelure+Dibrom (20：1) 後置入臺式誘蟲器，其於田間誘殺瓜實蠅效果均比直接佈餌質好，誘蟲器內之餌質以棉球與棉繩誘殺效果較好，且二者無差異顯著性，甘蔗板效果則稍差，絲瓜園內佈餌之適當距離爲20至25公尺之間。瓜田因受鄰近作物上瓜實蠅棲羣之影響，雖大量佈餌仍無法壓制瓜實蠅之爲害。胡瓜和絲瓜套用白，綠尼龍網袋及臘光紙袋；苦瓜套用黑色 PE 袋均可有效防止瓜實蠅産卵爲害。

瓜實蠅 (*Dacus cucurbitae Coquillett*) 屬於雙翅目 (Diptera) ，果實蠅科 (Trypetidae)，爲胡蘆科瓜果之主要害蟲，多分佈於熱帶及亞熱帶地區[1,7]。本省氣候和暖，四季如春，終年適其孳生繁衍，故在栽培季節多數瓜類均受害甚烈。本省中南部栽培之瓜類種類相當多，產量很豐，部份種類除供自給外，尚有大量可資外銷，但由於瓜實蠅爲害，不但降低產量及品質，且足影響外銷。爲害作物除胡蘆科瓜果外，尚有茄子、蕃茄、菜豆綠豆、番石榴、檬果、桃、百香果、胡椒、香蕉、………等80種以上之植物[3,4,9,10,11]。不但寄主植物種類甚多，且其成蟲棲宿作物，亦甚複雜。每年中部6月～10月間，南部則延至11月爲其族羣密度高峰期[2,5,6,8]，在此期間往往造成瓜類嚴重受害。目前瓜農普遍撒施農藥來防治該蟲，頻繁的施藥，不但易使葉蟎類及薊馬類堀起，而且有殘毒之顧慮，故於瓜類結瓜期間有必要研究用非農藥防治方法來阻止瓜實蠅之爲害，以保持瓜果之淸潔，維護國民之健康。本試驗目的主要探討不同誘餌吸收材質，設置方式及距離與套袋材質對瓜實蠅之誘殺與防治效果，藉供防治與進一步研究之參考。

## 材料與方法

### 一、不同誘餌吸收材質與設置方式對瓜實蠅之誘殺效果

於74年8～10月於屏東縣九如鄉，選定遠離棲息作物且獨立絲瓜園二處，每處將Cuelure 95%＋Dibrom原體 (20：1) 誘餌液置入下列6種不同器材進行試驗，1.棉球 (3.5×1cm) (下置一廣口紗網 (45×60cm²) 供收集蟲體)，2.棉繩 (5×0.8cm) (下置一廣口紗網)，3.甘蔗板 (4×4×0.9cm) (下置廣口紗網)，4.棉球 (置入臺式誘蟲器)，5.棉繩 (置入臺式誘蟲器)，6.甘蔗板 (2×4×0.9cm) (置入臺式誘蟲器)。6種誘殺器醮吸藥劑後即分別懸掛於離地面約1.5公尺之瓜棚下，且爲減少誘蟲之干擾，彼此相距30公尺，每10天順時鐘輪換各誘殺器懸掛位置，並重新更換誘餌及計算誘殺蟲數一次，連續6次。

### 二、不同距離放置誘餌對瓜實蠅之誘殺效果

---

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第1411號。本報告承行政院農委會補助 (75農建—7.1—糧—09 (7)) 及 (76農建—8.1—糧—19 (3))，中興大學劉教授玉章斧正，試驗進行中承本分所李主任錫山諸多指教，劉少武及陳薰等先生協助調查，謹誌謝忱。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

於74年9～11月間於屏東縣九如、里港鄉選定6個絲瓜園作爲試區，每瓜田面積由0.3至0.5公頃不等，分別以相距15、20、25、35及50公尺不同距離設置20、18、10、8及4個誘殺甘蔗板，每一甘蔗板醮吸Cuelure 95%＋Dibrom原液（20：1）約5公撮，板下置一廣口網（20×30cm），以收集誘殺瓜實蠅數，與一對照組（只設一個誘蟲裝置）共6處理，每瓜園並於最近之棲宿作物上懸掛一相同誘蟲裝置，作爲密度之比較，每10日醮吸藥液及計算誘蟲數一次，連續4次，並於最後一次調查被害瓜率，各試區採回被害瓜50個，置入化蛹盆作化蛹數調查。

### 三、不同套袋材質對瓜實蠅之防治效果

於75年6～10月間於屏東縣九如鄉設立絲瓜園及胡瓜園兩試區，每試區分4畦，每畦劃分爲6個處理不同小區爲一重複，每小區面積絲瓜爲3×5m²；胡瓜爲 2×5m²，每小區自幼果期（幼果長5～8公分），分別依下列各處理套袋：1.綠色尼龍網袋 （20×40cm²） （64目），2.白色尼龍網袋（20×40cm²） （100目），3.黑色PE袋（20×40cm²） （袋底下空），4.透明塑膠袋（20×40cm²），5.臘光紙袋（20×40cm²），6.對照組僅以果柄處綁紅色塑膠帶標記，每 4～5 天補充套袋一次，並調查前次套袋之瓜果被害情形及品質，連續調查4次。同期於附近苦瓜園作黑色 PE 袋保護苦瓜試驗，探討套袋後對瓜蠅之防治效果，瓜園種植爲半圓棚架式，試區分2畦，每畦劃分爲9個小區爲二重複，每小區面積6×5m²，每小區自幼果期分別依下列各處理試驗：1.幼果套黑色 PE 袋（20×40cm²）（袋底下空），2.套黑 PE 袋（袋底下空），且每隔7天噴福木松33%乳劑 1,000倍一次。3.對照組（瓜果柄套以紅色橡皮圈標記），每次施藥前及最後一次施藥後6天，進行採瓜並記錄每小區被瓜實蠅爲害瓜數。

## 結果與討論

### 一、不同誘餌吸收材質及設置方式對瓜實蠅之誘殺效果

本試驗係探討 Cuelure×Dibrom（20：1）沾吸於棉球、棉繩及甘蔗板等不同材質上，複將彼等餌質分別置入臺試誘蟲器及直接佈餌，以了解其誘蟲效果。結果如表一所示，在直接佈餌情況下，所

表1. 不同誘餌吸收材質及設置方式對瓜實蠅之誘殺效果

**Table 1.** Effect of various dispensers and exposed condition on the attractiveness of Cuelure+Dibrom (20：1) to the melon fly.

| Material of dispenser | No. of melon fly per trap[1] | | |
|---|---|---|---|
| | Field A | Field B | Mean |
| 1. Cotton ball | 318 | 372 | 345 a[3] |
| 2. Cotton thread | 373 | 367 | 370 ab |
| 2. Bagasse board | 389 | 390 | 389.5 abc |
| 4. Cotton ball in T. t.t.[2] | 452 | 416 | 434 c |
| 5. Cotton thread in T. t.t. | 420 | 437 | 428.5 bc |
| 6. Bagasse board in T. t.t. | 414 | 373 | 393.5 abc |

1. Total number of melon files attracted in the field test.
2. T. t.t.: Taiwan type trap.
3. Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level accorrding to Duncan's multiple range test.

試誘殺吸收材質中以甘蔗板誘蟲數最多，棉繩次之，棉球較少，但其間無顯著差異。但把三種材質分別置入臺式誘蟲器時，其誘殺效果均比直接佈餌好，且差異略爲顯著，此因乃直接佈餌之藥液於田間暴露情況下易受雨水、朝露、日曬、風吹等因子影響而快速消失，因而誘殺效果減低。將三種不同材質配製爲餌質後置入臺式誘蟲器，其誘殺蟲數以棉球與棉繩最多，甘蔗板反而略少，其因可能係棉球與棉繩在陰蔽下，藥液持續力較久，且甘蔗板置入臺式誘蟲器體積減半，藥液減少下，自然影響其揮發濃度與擴散範圍，誘蟲效果反而減少。

## 二、不同距離放置誘餌對瓜實蠅之誘殺效果

本試驗係探討於瓜田不同距離放置 Cuelure+Dibrom (20：1) 是否對瓜實蠅具有防治效果，結果如表二所示，把誘餌之間距離拉至25公尺以上時，由各瓜田誘殺瓜蠅總蟲數所得之誘引指數顯著降

表2. 不同距離放置誘餌對瓜實蠅之誘殺效果

**Table 2.** Attractiveness to melon fly of traps with Cuelure+Dibrom (20：1) placed at different distance

| Distance between traps | No. of traps | No. of melon fly per trap | | Attracted[2)] index | % of melons infested | No. of pupa/ melon (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Melon field M | Nearby plants N | | | |
| 15m | 20 | 125.70 | 282 | 100 | 53.08 a[1)] | 166.23 a |
| 20m | 18 | 150.72 | 249 | 73.65 | 63.83 a | 154.26 a |
| 25m | 10 | 194.20 | 250 | 57.58 | 60.29 a | 135.26 a |
| 35m | 8 | 245.38 | 214 | 38.84 | 56.57 a | 185.62 ab |
| 50m | 4 | 312.25 | 253 | 36.16 | 64.28 ab | 140.33 a |
| CK | 1 | 289.00 | 285 | 44.19 | 72.51 b | 204.20 b |

1) In column, means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level accorrding to Duncan's multiple range test.

2) Attrcated index from N/M and if 100 as 15m distance between traps.

表3. 不同套袋材質對瓜實蠅之防治效果

**Table 3.** Effect of various wrapping bags on the control of melon fly

| Bag | | | % of melons infested by melon fly | | Surface of melon | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Normal (%) | | Deformed (%) | | Cuticle whiten (%) | |
| Color | Material | Mesh | C. | S.[1)] | C. | S. | C. | S. | C. | S. |
| 1. Green | Nylon not | 64 | 2.85 a[2)] | 2.5 a | 86.33 c | 97.5 c | 13.67 ab | 2.5 a | 0 | 0 |
| 2. White | Nylon not | 100 | 1.59 a | 0 a | 89.32 c | 100 c | 10.78 ab | 0 a | 0 | 0 |
| 3. Black | PE | 0 | 0 a | 5 a | 0 a | 0 a | 0 a | 0 a | 100 | 100 |
| 4. Transparent | Plastic | 0 | 0 a | 0 a | 77 c | 20 b | 23 b | 80 b | 0 | 0 |
| 5. White | Paraffin paper | 0 | 3.3 a | 5 a | 84.66 c | 95 c | 15.34 ab | 5 a | 0 | 0 |
| 6. Unbagged | CK | | 66.17 b | 85 a | 22.15 b | 9.27 ab | 77.85 c | 90.73 b | 0 | 0 |

1) $C_1$ : Cucumber $S_1$ : Sponge gourd

2) In each column, means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level accorrding to Duncan's multipe range test.

低，故每20～25公尺之間設一誘餌較為適當，棲息作物上所誘殺到之瓜實蠅數均比瓜田多，顯然只於瓜田內誘殺雄蟲，仍然很難控制瓜實蠅之為害，雌蠅仍有機會與鄰近作物上之雄蠅交配後飛入瓜田產卵為害，且由被害瓜率及化蛹數觀之，足以說明瓜田內單設誘餌仍無法克服瓜實蠅之問題，故欲用 Cuelure 來防治瓜實蠅，必須大面積包括瓜田，鄰近作物同時佈餌，且長久不間斷的施用才有見效之可能。

## 三、不同套袋材質對瓜實蠅之防治效果

本試驗係探討各種套袋材質套瓜果後是否有效防止瓜實蠅為害，並對瓜果品質有影無響，試驗結果如表三，於絲瓜及胡瓜上利用各種套袋材質套後均可有效防止瓜實蠅產卵為害，與未套袋處理差異極為顯著，綠色與白色尼龍網袋及耐水紙袋對瓜果外觀品質無影響，黑色 PE 袋可使瓜皮白化，不適胡瓜、絲瓜等綠皮瓜果類，但可使苦瓜外觀白化亮麗，提高品質，且對瓜實蠅有相當之防治功能（如表四）。透明塑膠袋透氣性較差，陽光照射易使袋內水氣充塞，影響瓜果之成長，且用過之塑膠袋內部充水難予重複使用，如被擲於田間容易造成環境污染或阻塞溝道。

表4. 苦瓜套黑色 PE 袋對瓜實蠅之防治效果

**Table 4.** Effect of surrounding of fruit with black PE sheet on the control of melon fly on balsam pear

| Treatment | % of melons infested | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | mean[2] |
| 1. Black PE sheet ($20\times40cm^2$) surrounded | 9.50 | 10.25 | 3.15 | 7.1 | 7.50a |
| 2. Black PE sheet sorrounded+Anthio 33% EC (1 : 1000)[1)] | 1.25 | 0.75 | 1.75 | 1.25 | 1.25a |
| 3. C. K. | 100 | 94.25 | 92.75 | 100 | 96.75b |

1. Anthio 33% EC was sprayed at 7 days intervals.
2. Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level accorrding to Duncan's multiple range test.

綜觀上述結果，如不欲用農藥來壓制瓜實蠅，似可大面積及長期佈餌來誘殺雄蠅以降低密度，再配合套袋處理，絲瓜及胡瓜可套尼龍網袋或耐水紙袋，苦瓜可套黑色 PE 袋，以減少瓜果受害。

## 參考文獻


1. 方敏男、章加寶。1984。臺灣中部地區瓜實蠅發生消長與為害調查。植保會刊26：241～248。
2. 方敏男、章加寶。1987。瓜實蠅在苦瓜園之族羣消長、危害及套袋防治觀察。植保會刊29：45～51。
3. 李錫山，1972。瓜實蠅之生態研究。植保會刊14（4）：175～182。
4. 邱輝宗、左大同。1981。果實蠅科之生物學。屏東農專植保會報4：75～90。
5. 溫宏治。1985。臺灣南部瓜實蠅之田間生態與誘殺研究。中華農業研究34（2）：228～235。
6. 溫宏治。1987。胡瓜瓜實蠅之棲羣密度與為害關係研究。中華農業研究36（2）：222～227。
7. 劉玉章、章加寶。1980。瓜蠅之實驗生態學。昆蟲學會會報15（1）：243～270。
8. 蘇智勇。1986。臺灣南部瓜蠅之棲羣變動。植保會刊28：171～178。
9. Bateman, M. A. 1972. The ecology of fruit flies. Ann Rev. Entomol. 17 : 493—518.
10. Christen son, L. D. and R. H. Foote. 1960. Biology of fruit flies. Ann. Rew. Ent of Amer. 5 : 171-192.

11. Nishida, T. and H. A. Bess. 1950. Applied ecology in melon fly control. Jour. Econ. Entomol. 143 (6) : 877-883

# Preliminary Study on the Control of Melon Fly in the Field[1]

Hung-chich Wen[2]

## Summary

Dispensers which tested in this experiment soaked with Cuelure+Dibrom (20 : 1), and then put into Taiwanese type traps were more effective for attracting the melon flies in melon field than set up the baits directly. Cotton ball and cotton thread are considered to be better than bagasse board as dispensers which put into Taiwanese type traps. The suitable interval distance between traps was 20 to 25 metres in sponge gourd field. It is hard to depress the damage only by setting up the traps for controlling melon flies in the field, under the condition of that there are higher population density of flies in nearby plantations.

Green or white nylon net, paraffin paper bag and black PE bag used for wrapping cucumber, sponge gourd and balsam pear, respectively, are effectively to protect the melons from the infestation of the fly.

---

1. Contribution No. 1411 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Entomologist, Department of Plant Protection, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station TARI, Fengshan city, Kaohsiumg hsien, Taiwan 830, R. O. C.

Vol. 37, No. 2 June 1988

# *JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA*

*(Formerly Journal of Taiwan Agricnltural Research)*

COMTENTS


Development of Rice Variety Tainung 70··························S. C. Yang···105

Studies on the Fertility Restoration of Cytoplasmic Male Sterility in Rice······················T. H. Tseng and C. S. Huang···117

Improvement of Rice Ratoon Culture by the Utilization of Flail-Type Mower·················C. H. Lai, C. H. Yang, C. S. Chen and D. J. Liu···127

Varietial Observation of Carambola New Lines·············· U. C. Wang···134

Studies on Flower Type Transfer and the Correlation between Flower Type and Fruit Shape in Melon (*Cucumis melo* L.) ······ H. J. Kuo, C. H. Hsiao and W. N. Chang···142

Characteristics of Corn Production in the Drained Paddies and Their Fertility Managements 2. Effect of in-row subsoiling with deep banding of fertilizers ··········································S. Lian···151

Stndy on Fertility Constraints of the Paddies Converted for Corn Production ················································T. S. Lee···165

Stndies on the Chemical Quality of Taiwan Rice and its Relationship with Eating Quality ····························H. I. Liu, L. H. Lin, S. Song and M. C. Hong···177

Disease Responses of Corns Inoculated with B Strain of Maize Dwarf Mosaic Virus ···············T. C. Deng and I. L. Yang···196

Estimation of Rice Yield Losses Caused by Leaf Blast Disease················································W. H. Tsai···207

Biological Control of Coconut Leaf Beetle in Taiwan ······S. C. Chiu, Z. C. Chen, L. Y. Chou, K. C. Chou and C. M. Chen···211

Preliminary Stndy on the Control of Melon Fly in the Field ·····················································H. C. Wen···220



*Published by*

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China

中華郵政中臺字第〇三〇九號登記爲雜誌交寄